

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Analýza nákladů a efektivní stanovení ceny postupového nástroje lisování plechu

Cost Analysis and Effective Price Determination of the Progressive Stamping Tool

Student: Ondřej Kropáč

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.

Ostrava 2013

## Zadání bakalářské práce

Student: **Ondřej Kropáč**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie  
Téma: Analýza nákladů a efektivní stanovení ceny postupového nástroje lisování plechu  
Cost Analysis and Effective Price Determination of the Progressive Stamping Tool

### Zásady pro vypracování:

1. Popis technologie a konstrukce postupových nástrojů lisování plechových dílců.
2. Seznam sledovaných položek a katalog dílců s vybranými popisnými parametry.
3. Analýza výrobních nákladů na projektech skupin lisovacích nástrojů.
4. Skladba ceny postupových nástrojů a metodika sestavení cenové nabídky.
5. Technické a ekonomické zhodnocení navrženého mechanismu stavby cen.

### Seznam doporučené odborné literatury:

KOTOUČ, J. *Nástroje pro tváření za studena*. Praha: ČVUT, 1978, 158 s.  
PETRUŽELKA, J., BREZINA, R. *Úvod do tváření II*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita, 2001. 115 s.  
HRUBÝ, J., PETRUŽELKA, J. *Výpočetní metody ve tváření*. 1.vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita, 2002. 173 s.  
NOVÁK, J., ŠLAMPOVÁ, P. *Organizace a řízení* [online] Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2007. 76s  
Dostupné z URL: <<http://projekty.fs.vsb.cz/414/organizace-a-rizeni.pdf>>  
SYNEK, M. *Podniková ekonomika*. 2.vyd. Praha: C. H. Beck, 2000. 456 s. ISBN 80-7179-388-4


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.**

Datum zadání: 14.12.2012  
Datum odevzdání: 20.05.2013



  
prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.  
vedoucí katedry

  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### **Místopřísežné prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Šumperku: 15. 5. 2013

.....  
  
Ondřej Kropáč

## Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Šumperku: 15. 5. 2013

.....  
  
Ondřej Kropáč

Ondřej Kropáč

Náměstí Míru 42

789 91, Štítý

## Anotace

KROPÁČ, O. *Analýza nákladů a efektivní stanovení ceny postupového nástroje lisování plechu*. Ostrava: Katedra mechanické technologie, Fakulta strojní, VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2013, 60 s. Bakalářská práce, vedoucí Hrubý, J.

Bakalářská práce se zabývá analýzou ceny postupového lisovacího nástroje součástí z plechu. V první části je popsána konstrukce tvářecích nástrojů a jednotlivé operace jako stříhání, tažení a ohýbání. Dále je zde popsáno složení nákladů a návrh kalkulace ceny. V práci je popsán stávající postup stanovení ceny a následně je popsán nově navržený postup. V závěrečné části jsou navržené postupy vyhodnoceny. Bakalářská práce se zabývá možnostmi zefektivnění práce. Navržený postup je určen pro firmu Klein & Blažek spol. s r.o. Štítý.

KROPÁČ, O. *Cost Analysis and Effective Price Determination of the Progressive Stamping Tool*. Ostrava: Katedra mechanické technologie, Fakulta strojní, VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2013, 60 s. Bakalářská práce, vedoucí Hrubý, J.

The Thesis is dealing with cost analysis of progressive die for sheet metal parts. The first section describes the design of forming tools and various operations such as cutting, drawing and bending. It further describes the composition of cost and calculation to determine the price. In this work is described present process of price determination and after that there is described the new proposed means or method. In the final part of work are evaluated proposed procedures. Bachelor Thesis deals with the possibilities of increasing efficiency of price determination. The proposed procedure is intended for company Klein & Blažek Ltd. Štítý.

# Obsah

Úvod .....	9
1 Technologie zpracování plechu postupovými nástroji .....	10
1.1 Pojem střížný nástroj .....	10
1.2 Provoz nástroje .....	10
1.3 Vstup na trh s nástroji .....	11
1.4 Rozsah zpracovaných technologií .....	12
1.5 Historie Klein & Blažek .....	13
2 Konstrukce .....	14
2.1 Konstrukční prvky .....	14
2.2 Konstrukční skupiny - periferie .....	16
2.3 Sestavení nástřihu .....	16
3 Skladba nákladů .....	19
3.1 Proces sledování nákladů .....	19
3.1.1 Kalkulace a sumarizace nákladů .....	19
3.1.2 Interní/Externí výroba nástroje .....	20
3.1.3 Způsoby kalkulace ceny .....	20
3.1.4 Základní parametry nástroje .....	21
3.2 Přímé variabilní náklady .....	22
3.2.1 Náklady nástrojárny .....	22
3.2.2 Konstrukce .....	23
3.2.3 Přímé fixní náklady .....	23
3.3 Zahrnutí zbývajících nákladů .....	24
3.4 Způsob kalkulace zisku .....	24
4 Životní cyklus výrobku .....	25
4.1 Nástroj od zadání po předání .....	25
4.2 Úseky podílející se na realizaci projektu .....	26
4.3 Navýšení ceny projektu - ztrátovost .....	27
4.3.1 Příčiny navýšení .....	27
4.3.2 Vytváření rezerv .....	28
4.4 Uzavření cyklu .....	28
4.5 Celé výrobní schéma výroby nástroje .....	29

5	Zpracování podkladů .....	30
5.1	Poměrné rozložení/ Struktura nákladů .....	30
5.2	Pravidla vnitřního uspořádání .....	31
5.2.1	Ohodnocení použitých operací .....	31
5.2.2	Vliv konstrukčních skupin na stavbu nákladů .....	32
5.2.3	Detailní parametry .....	32
5.2.4	Ladění .....	33
5.3	Konstrukční zásahy technologického charakteru.....	33
5.3.1	Simulace tažení výtahu .....	33
5.3.2	Jakost a trvanlivost provedení .....	34
5.4	Odezva materiálu .....	35
6	Návrh kalkulace ceny .....	36
6.1	Postup hledání ceny .....	36
6.1.1	Generování ceny na základě obecných parametrů.....	36
6.1.2	Zobecnění jednotlivých prvků obsažených v návrhu .....	38
6.1.3	Sumarizace nákladů z layoutu .....	39
6.2	Přehled možných postupů .....	39
6.2.1	Praktický postup.....	39
6.2.2	Nástroj tvorby ceny.....	40
6.2.3	Fáze rozpracovanosti .....	40
6.3	Uzavření nabídky – korekce ceny.....	41
6.4	Řešení používané ve firmě K&B .....	42
7	Odchyly od standartních řešení.....	43
7.1	Složitost .....	43
7.2	Dopad parametru složitosti.....	43
7.3	Opravné koeficienty .....	43
7.4	Atypické charakteristiky .....	44
7.5	Kritická místa .....	44
7.6	Klasifikace rizik .....	44
8	Ekonomické zhodnocení dopadů předběžné kalkulace .....	45
8.1	Popsané koncepční zobecnění .....	45
8.1.1	Nalezené závislosti .....	45
8.1.2	Definovatelnost .....	45
8.1.3	Významnost.....	45

8.1.4	Opakovatelnost .....	46
8.2	Prostředí firmy Klein & Blažek.....	46
8.2.1	Vznik ceny.....	46
8.2.2	Příčiny ztrát .....	46
8.4	Popis nákladu na cenovou nabídku.....	48
8.5	Externí nástroje .....	48
8.6	Odhad z katalogu, řešičem a zvážením složitosti.....	49
8.7	Programy Cimatron E, Unigraphics, Visi progres .....	49
	Diskuze .....	50
	Závěr.....	51
	LITERATURA.....	52
	Seznam příloh:.....	53
	Přílohy: .....	54



## Úvod

Pro činnost nástrojárny je měřítkem ekonomického úspěchu schopnost dokázat při rozvaze o nové zakázce stanovit takovou cenu, aby pokryla náklady na vyhotovení prací, zisk i případná rizika. V případě, že se toto nedaří, ziskovost i výstupní kvalita produktů vykazuje výrazných odchylek a je značně nestálá. Před tento problém jsem byl postaven při zadání bakalářské práce, kdy hlavní motivací bylo uchopit postup při tvorbě nabídkové ceny takovým způsobem, aby bylo zaručeno dosažení kýženého výsledku – zisku.

Řešení rozpracovává nejprve analýzu vývoje postupových nástrojů lisování plechu s ohledem na konstrukci a vnitřní strukturu. Komplexním popisem složení a procesu vývoje nástroje tak vznikne podklad pro detailní rozbor složení nákladů. Jejich vyčíslení umožní navržení co možná nejvhodnějšího postupu, jak dosáhnout přesné nabídkové ceny bez výrazných odchylek od skutečné ceny, za kterou je ve výsledku zakázka zpracována.

Podstatnými předpokládanými kritérii jsou mimo výši nákladů i přehlednost postupu a produktivita procesu a zvážení volby vhodného automatizovaného nástroje určeného pro práci při tvorbě ceny.

# 1 Technologie zpracování plechu postupovými nástroji

## Popis technologie stříhání a tváření plechu

### 1.1 Pojem střížný nástroj

Nástroj pro produkci výrobků tvářením z plechu je výrobní prostředek umožňující zhotovení komponent a dílců pro automobilový, potravinářský nebo například spotřební průmysl. Především v dopravní technice bývá považována výroba plechových součástí za jednu z nejprogresivnějších oblastí. Optimalizace vlastností dílců a použitých materiálů se stává prostředkem pro splnění požadavků v oblasti pevnosti, bezpečnosti, ekologie či energetické efektivity těchto produktů. Dalšími kroky v rozvoji zpracování plechů je použití stále variabilnějšího řízení celého procesu při tváření materiálu, či využití automatizace. Pro maximální zhodnocení všech nových řešení je stále častější nezbytnost simulací procesu tváření. Ať už pouze pro potvrzení proveditelnosti záměru, či přímo pro nalezení optimálních parametrů výrobního procesu. Materiály vyhovující kladeným požadavkům přináší rozšíření použití vhodných povrchových úprav i vnitřní materiálové struktury použitých konstrukčních elementů. Během celého procesu roste důraz na volbu produktivní dělicí technologie – použití laseru.

Dělení nástrojů podle složitosti jejich skladby je obecně rozděleno do kategorií

- s ručním založením
- postupové nástroje
- transferové nástroje
- speciální a atypické řešení

Další možné dělení dle použitého technologického postupu [1] [2]

- stříhací, ohýbací, tažné, tvářecí

### 1.2 Provoz nástroje

Sériová produkce dílců z postupových nástrojů bývá realizovaná v provozu lisovny. Při řízení takovéto výroby je kladen důraz na ekonomiku a udržitelnost/plynulost provozu používané sady výrobních prostředků a to jak ve fázi zavádění, tak údržby. Celkový obraz hospodaření ve výsledné bilanci značně zatíží výdaje spojené s manipulací, uskladněním a

správou tohoto zařízení. Přesto je rozhodující pro ekonomické zhodnocení a generování zisku výše nákladů na nový nástroj.

Postup nalezení nejvhodnějšího technologického řešení pro sledovanou výrobu vychází především z množství dílů, které budeme na daném zařízení po dobu jeho životnosti realizovat. Pokud je výrobek, se kterým přichází zadavatel, součástí plánovaného portfolia společnosti, je možné podniknout první kroky vedoucí k získání zakázky a produkci dílů.

### 1.3 Vstup na trh s nástroji

Projekty dílů v automotive industry zadavatel uvolňuje často v sadách odpovídajících jednotlivým modelům. Pro výrobce plechových dílů je výhodou jistá opakovatelnost a podobnost dílů vycházejících z podobnosti vnitřního konstrukčního uspořádání jednotlivých modelů. Naopak dochází ke kumulaci většího množství projektů na podobný termín, což odpovídá momentu, kdy dochází u zadavatele ke kompletaci daného modelu, přípravě k jeho uvolnění na trh. V souboru realizovaných zakázek každé firmy se nacházejí i samostatné projekty případně realizace s volnější, či dlouhodobým termínovým plánem. Pokud však nahlédneme na řízení projektů výroby dílů s ohledem na efektivitu, jsou rozhodující momenty, kdy se nově připravované projekty hromadí a dochází k přetížení organizační struktury a vzniku chyb. Stěžejní v momentě startu většího objemu práce jsou tyto organizační kroky:

- přijetí a příprava poptávkových podkladů
- zhodnocení proveditelnosti na stávajícím/novém zařízení
- po patřičné přípravě manažerské zhodnocení a rozhodnutí o nabídce

Protože se za dané situace, ve své podstatě jedná už od začátku procesu o soutěž, jsou rozhodující efektivní manažerská rozhodnutí. Určující je mimo jiné i rychlost a úplnost předcházející rozvahy. Podkladem pro takové rozhodnutí jsou poté odborné znalosti vycházející jak ze zkušenosti, tak ze znalostí hlubších technologických souvislostí a především orientace v progresivních postupech a nabídce inovativních řešení. Do značné míry se jedná o invenční přístup a se stále rostoucí přidanou hodnotou, nezbytnou pro reálnou konkurenceschopnost, je proces technické přípravy stále složitější a žádá si zájem zaměstnanců s dostatečnou odborností.

Do soutěže o zakázky vstupují jednotlivý zájemci různých kvalit. Úspěšnost a efektivita vzniklé nabídky se odvíjí od schopnosti plně pokrýt problematiku zvažované použité technologie a vstup do nových segmentů výroby vyžaduje personální vybavenost úměrnou náročnosti záměru. Stejně tak může dojít k situaci, kdy tyto předpoklady nejsou naplněny, a společnost vstoupí do projektu, který nedokáže uřídit a vygeneruje při jeho realizaci větší či menší finanční ztrátu.

Rozhodujícím momentem při hodnocení efektivitu plánovaného projektu je tedy cena vstupujících výrobních technologií. Obvykle je řešením nabídka standartního ověřeného způsobu řešení vycházejícího ze zkušenosti s předcházejícími realizacemi. Může se však stát, že optimální výsledek bude dosažen právě použitím jiného z běžného pohledu nezvyklého postupu. Při jednáních mohou často podmínky následného provozu ve výrobě významně ovlivnit výsledné konstrukční a technologické provedení a proto je pro kompletní rozvahu nezbytné uvažovat i tyto okolnosti.

#### 1.4 Rozsah zpracovaných technologií

Aby bylo možné sestavit nabídkovou cenu realizace nástroje pro zpracování plechu, musí být uvážena řada dílčích okolností. Prvořadě je sestavení celkových nákladů na tvorbu samotného fyzického provedení nástroje podílejících se na výsledné ceně nejvyšší měrou. Primárně se vychází při tvorbě ceny ze zkušenosti. To znamená, že nejsnáze se postupuje, pokud zvažovaný projekt vykazuje vysoký stupeň podobnosti s některým již zpracovaným projektem. I v případě, že se záměr více či méně odlišuje, rozhoduje se především na základě zkušeností. Vyvstává podstatná otázka. Do jaké míry je možné vývoj nákladů na výrobu nástroje předpokládat a plánovat?

Nejlépe je možné sledovat vývoj a kumulaci nákladů během života projektu na nástrojích většího rozsahu s často se opakujícími konstrukčními celky a řešeními. Pokud je možné odhadovat složení výsledného celku již v rané fázi přípravy a je použita určitá standardizace použitých řešení a komponent, nabízí se zahrnutí těchto záměrů do předběžné kalkulace nákladů na zhotovení nástroje.

Volbu vhodné skupiny sledovaných nástrojů ovlivňuje především potřeba dostatečné základny stávajících již kompletních projektů, které mohou dokladovat správnost úvah při sestavování nákladové kalkulace. Je také nezbytné, aby byla taková sestavovaná kalkulace vzhledem k náročnosti její přípravy přinášela jednoznačný užitek. To znamená, že největší efekt bude mít takový postup u projektů s větším rozpočtem,

případně při kalkulaci větších sad nástrojů, kdy nezbývá čas na komplexnější rozvahu a hledá se rychlá a přesná nabídková cena. Přínos správně sestavené kalkulace je tedy viditelný nejlépe při práci na zakázkách s výraznějším objemem vložených prostředků. Potřeba kvalitnějšího nástroje pro tvorbu ceny poté vyvstává vždy, když se bilancuje hospodářský výsledek na uzavřených projektech a z výsledků vystupují kritická místa.

Jednoznačná je situace u klasických opakovaných řešení. Výskyt chyby a správné určení ceny je plně věcí volby vhodné technologie. Pokud je její efektivita vyhovující a neobjeví se již postup výrazně lepší, nepředpokládá se, ve srovnání s referenčním projektem, navýšení nabídnuté ceny během realizace.

Vzhledem k jasným požadavkům na projekty, které se hodí pro použití kalkulace, jsou dále řešeny pouze postupové a transferové nástroje pro stříh plechu. Jsou to rozsáhlejší, nákladné projekty s vysokou opakovatelností a dobrým předpokladem pro jejich obecnější popis. Zároveň je ovšem hlavní motivace k sestavení kalkulace, tedy výskyt kritických chyb, nejproblematičtěji zachytitelnou složkou při sestavování odhadu vývoje ceny celého projektu. Každá zhotovená kalkulace se tedy vyznačuje určitým stupněm přiblížení, kdy právě stupeň rizika a jeho uvážení a zanesení do odhadu ceny může rozhodujícím způsobem zajistit výslednou nezápornou nákladovou bilanci.

## 1.5 Historie Klein & Blažek

Firma sídlící na pomezí Moravy Čech a Polska je tradičním výrobcem automobilových dílců a bohatými zkušenostmi z oboru. Je zavedeným dodavatelem plechových dílců do firmy Škoda auto. Má jasně danou strategii a kolektiv zaměstnanců s širokým polem praktických znalostí. V poslední době se jí podařilo pružně přenést přes období změn a je připravována na transformaci do nového a ekonomicky podstatně náročnějšího období, kdy pokles možných zisků v celém oboru není snadné zastavit. Úspěchu firmy napomáhá velká finanční síla a stabilní portfolio zákazníků. Slabými místy je výrazná závislost na odvětví, konzervatismus v technologickém rozvoji i financování [15]. Největší silou je široká základna ve vybavení lisovny[4]. Bližší informace a presentaci firmy je možné čerpat na webových stránkách[3].

## 2 Konstrukce

### 2.1 Konstrukční prvky

- Základová deska

Tato deska základnou je střižného nástroje. Pomocí této desky je nástroj ustaven k lisu. Není výrazně zatížena. Krom upínání nemá další funkci proto je její přesnost a materiálové provedení bez vyšších nároků

- Opěrná deska

O tuto desku bývají opřeny například střižníky, nebo střižné vložky. Bývá kalená, krom tloušťky bez nároku na výrobní přesnost

- Deska střižnic(matrice)

Podle rozsahu střižných otvorů se volí buď celistvá střižná deska nebo deska opatřená vložkou s ohledem na životnost nástroje a střižných elementů je vhodnější použití vložky matrice pokud možno všechny jednotlivé střižné sekce, protože demontovat a brousit celou desku je velmi obtížné a finančně náročné.

- Vodicí deska

Vodicí deska vede střižníky proti střižným vložkám a matici. Navíc chrání dlouhé a tenké střižníky proti namáhání na vzpěr. Tato deska svým způsobem nahrazuje vodicí pouzdro.

- Kotevní deska

V této desce jsou volně kotveny střižníky.

- Upínací deska

Na této desce je připevněna upínací stopka, která se přichytí do beranu lisu. Je to horní deska nástroje. K této desce jsou připevněny ostatní desky a střižníky.

- Vodicí lišty

Jejich úloha je přibližně vést pás plechu nástrojem. Pokud je třeba plech nadzvednout, mohou být pomocí pružin nadzvedávány a pás unášet s sebou.

- Hledáčky

Hledáčky se ve střižném nástroji používají pro přesné vystředění pásu. Většinou hledáčky středí pás pomocí otvorů, které se vystřihnou v předchozím kroku.

- Ohybník, ohybnice

Komponenty sloužící obvykle k jednoduchému ohýbání podél hrany. Mají prostorový tvar.

- Tvárníky, přidržovač

Tvoří výsledný tvar dílu v prostorové podobě.

- Razníky (střížníky)

Jejich kontura odpovídá podobě použitých střížených hran

- Pouzdra stříhu

Jsou to střížné prvky umístěné zrcadlově podél plechu proti razníkům a nahrazující matici

- Dorazy

Posouvání pásu plechu je v nástroji omezováno pomocí dorazů. Dorazy by měly být konstrukčně jednoduché, bezpečné a snadno ovladatelné.

[1] [2] [14]

Následující prvky je možné nakoupit jako normálii a tím jednak snížit a případně optimalizovat vlastnosti a cenu celého nástroje. [11]

- Vodící sloupky zajišťují přesné vedení horní a dolní části vůči sobě. Pro jednu skupinu/sekci je standard použití čtyřech sloupků, mohou být vloženy ještě další čtyři pro vedení přitlačné desky.
- Vodící pouzdra jsou sesazené společně s vodícími sloupky. Přesnost tohoto kluzného uložení by měla být v kontextu celkové výrobní přesnosti nástroje absolutní.
- Šrouby. U lisovacích nástrojů se používají šrouby s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem pro minimální zástavbu.
- Kolíky jsou určeny k přesnému polohování částí a dílů nástroje vůči sobě.
- Střížníky a střížná pouzdra s kulatým tvarem jsou dostupné jako normálie. Vyráběné délky jsou od 63 do 100 mm jako standard u střížníků. Maximální stříhaný rozměr je do 40 mm.
- Hledáčky navádí materiál.
- Značící razníky slouží k označování výlisků.
- Vinuté pružiny jsou z chrom vanadiové oceli. Rozměrově dosahují až  $\varnothing 63\text{mm}$  a délky 305 mm. Nejsilnější pružiny vyvinou sílu 650 N/mm.
- Elastomery jsou vyráběny v tvrdostech stupnice Shore. Existují provedení válcové, různé profily, desky apod. Válcové jsou vyráběné v rozměrech  $\varnothing 16 - 125\text{ mm}$ .
- Plynové pružiny. Jsou plněny na tlaky od 6 do 180 barů. Tím je ovlivněna výsledná síla pružiny. Rozsahy rozměrů jsou od  $\varnothing 14$  do  $\varnothing 150\text{ mm}$ . Maximální síly jsou 20 000 N na začátku zdvihu, v průběhu i o 60% vyšší.

## 2.2 Konstrukční skupiny - periferie

- Klínové jednotky

Klínové jednotky jsou určeny pro stříhání a tváření ve směru odlišném od hlavního směru lisování. Je možné jimi dosáhnout zmenšení počtu operací.

- Mechanizace podávání polotovaru

Sestava určená k transportu a podání materiálu bývá konstruovaná přímo na míru konkrétní aplikace. Skládá se z přísavek, uchopovacích kleští, vzduchových válců, kloubových mechanismů atd.

- Podávací ruce (Greifery), Přísavky – jsou používány pro transferové nástroje; rozdělují se na pasivní a aktivní

- Řezání závitů

Pomocí vestavěných samostatných jednotek převádíme přímočarý pohyb lisu pomocí ozubeného hřebene a převodovky na rotační pohyb závitníku. Rozměry vyráběných závitů dosahují M16. Jsou určeny i pro lisování rychlostmi 200 zdvihů za minutu a pro minimální sevřené výšky nástrojů od 260 mm. Závit lze zhotovit jak z běžně vystřižené díry, tak do děr vyhrdlených.

- Klinčování (TOX)

Při tomto technologickém postupu působí na horní spojovaný materiál razník a vtlačuje materiál do tělesa matrice. Na konci cyklu dojde ke stranovému zatečení horního materiálu do spodního. Spoj přináší značné snížení nákladů oproti sváření a zvyšuje pevnost ve srovnání s bodovým svárem.

- Nalisování matic, šroubů

Speciální hlavou dochází k připojení přídatného spojovacího materiálu kompaktně k plechovému tělesu.

## 2.3 Sestavení nástřihu

Sestavení nástřihu propojuje několik fází napříč vznikem celého projektu.

- Rozmístění dílu na pás + určení četnosti výpadu – spotřeba
- Technologii zpracování plechu
- Konstrukce a její rezervy (příprava pro korekce)



Dopady a role nástřihové plánu jsou:

Pevná definice rozměru polotovaru plechu  
Rozmístění a pořadí operací  
Přesné natočení a uložení rozvinutého dílu  
Počet a orientace dílu zpracovávaných v jednom kroku  
Celkové rozměry, velikost můstků, kroku, způsob vedení  
Použití a umístění operací klínového stříhu závitování atd.

Správné rozmístění rozvinutých výlisků na pás plechu je velmi důležité, protože materiál tvoří zhruba 60 až 75% celkových nákladů. Pro úspěšnost řešení je stěžejní nástřihový plán zhotovit co nejekonomičtěji tj. s maximálním využitím materiálu. Platí další pravidla o velikosti můstků, které je pod tlakem konkurence možné porušovat nebo jejich hraniční hodnotu vhodně simulovat.

Sestavením nástřihového plánu navrhne kompletní technologický postup výroby dílu po jednotlivých operacích. Složení a pořadí je výstupem technologické rozvahy. Základním vodítkem je sestavování operací postupně za sebe v opačném pořadí, než byly voleny operace při tvorbě rozvinu plechu. V případě tváření je situace složitější, ale vždy existují jistá pravidla sestavování posloupnosti operací. Zásadní záměna operací se provádí pouze v případě nutnosti dosáhnout vyšší přesnosti u určité části dílu, kdy se snažíme, aby na již vylisované ploše proběhlo následně co nejméně dalších úprav.

Obecně lze popsat několik základních technologických operací[1][2]:

1. Střih a děrování

Technologie stříhu využívá protilehlých střižných hran oddělování části materiálu.

2. Ohyb

Ohyb je tvářecí proces, při kterém dochází ke změně poloměru zakřivení

3. Tah

Tah nemusí být proveden přímo na jednou. Z důvodu lisovatelnosti se díl často lisuje na dvě a více operací. Příčinou bývají mechanické vlastnosti a výsledky. Pomocí tažníku, tažnice a přidržovače se nejprve zhotoví tvar prostřední oblasti dílu. V dalším kroku se táhne vnitřní tvar dílu nahotovo.

#### 4. Lemování

Před operací lemování se díl v oblasti lemu stříhá nahotovo, protože po zalemování okrajů by již nebylo možné stříhat obvod. Spodní tvárnice určuje tvar plochy. Před započítím lemováním okraje je již díl přidržen shora přidržovačem. Ten tlačí díl ke spodní ploše. Síla přidržení je daná silou použitých pomocí pružin. Pokud není dostatečná, díl se pohybuje nebo vtahuje směrem za tvarovou částí tvárnice tak, jak působí odpor plechu proti tváření.

#### 5. Kalibrace

V téhle operaci je možno dodatečně ovlivňovat přesnost dílu především dosedací plochy. Pokud jsou změřené tvary součásti dobré i bez kalibrace, může se kalibrační sekce nechat neobsazená.

Důslednou rozvahou o technologickém řešení a zahrnutím všech pro to nezbytných konstrukčních prvků je možné přejít k sumarizaci fyzického složení nástroje včetně periférií a výčtu nákladových položek, které plánované konstrukční řešení přináší.

### 3 Skladba nákladů

Variabilní náklady rostou, když roste rozsah výkonů a naopak. Za náklady fixní tedy považujeme ty, které nejsou variabilní. Jsou to náklady nezávislé na kolísání rozsahu produkce. Pokud lze náklady k produktové kalkulační jednici přímo přiřadit, označují se jako přímé náklady. Kalkulační jednicí je míněn celý proces vývoje a výroby nástroje. Pokud nelze jednoznačně určit kalkulační produktovou jednici nebo se daný náklad týká více kalkulačních jednic, označuje se náklad jako nepřímý (režijní) [5][6].

Přímé variabilní náklady jsou u výrobních podniků například náklady na přímý materiál, náklady na kooperace, náklady na nástroje s krátkodobou trvanlivostí. Přímé fixní náklady jsou například náklady na vývoj a technickou přípravu produktu, na výrobu a ověřování prototypu, na speciální nářadí, přípravky, náklady na testování a zkoušení komponent i celého finálního produktu, náklady na technické a technologické úpravy standardního řešení podle specifikace zakázky, na nákup licence nebo práv, na certifikaci a testování.

Nepřímé variabilní náklady jsou nejobtížněji určitelné. Jejich výše je zpravidla velmi nízká nebo dokonce zanedbatelná. Nepřímé fixní náklady tvoří z hlediska počtu a zpravidla i výše nákladů největší skupinu. Fixní nepřímé limitní náklady - náklady na opravy, náklady na technický rozvoj a vývoj, náklady na zvyšování kvalifikace ap. Fixních nepřímo spočitatelné náklady - osobní náklady (dle tarifů nebo platů), náklady odpisů, náklady na leasing, náklady na služby – například IT služeb, hlídací služby, úklidu, poradenské činnosti [7].

#### 3.1 Proces sledování nákladů

Pro určení všech složek nákladů vyjdeme z vhodného postupu. Na úplném začátku provedeme součet nákladů všech kroků podílejících se na výsledné podobě nástroje.

##### 3.1.1 Kalkulace a sumarizace nákladů

Sledování všech vstupů po dobu realizace nástroje přináší celkový obraz o ekonomice projektu. Sestavení nákladové bilance poskytuje vhodný podklad pro určení ukazatelů, které jsou vypovídající při popisu efektivity během práce na projektu. Sečtením všech nákladů náležitým způsobem získáme věrný obraz o prostředcích (ceně), které byly

z vlastních zdrojů po dobu realizace vynaloženy. Vzniklý popis je možné použít jak pro porovnávání mezi jednotlivými projekty a při zpětném hodnocení, tak pro odhad ceny podobných projektů.

V případě, že stojíme před úkolem tuto cenu stanovit pouze ze vstupních podkladů pro tvorbu nástroje, vytváříme odhad nebo kvalifikovaný odhad o výši budoucích nákladů. Způsob, jakým lze dostatečně přesně tyto náklady předvídat, je podstatou a cílem zpracovávané práce. Hlavním vodítkem pro sestavení algoritmu, který určí cenu co nejbližší ceně výsledné, je sledování běžné skladby nákladů při standartních projektech nástrojů a zachycení co nejobecnějšího popisu vzniku nákladů. Zásadní pro úspěšnost postupu je navíc to, jak zaznamenat a zohlednit odlišnosti, které se odchyľují od standardu, případně navrhnout popis tak, aby i zcela nové požadavky na nástroj bylo možno zahrnout.

### 3.1.2 Interní/Externí výroba nástroje

Dodavatel lisovaného dílu může zadat výrobu celého nástroje do externí firmy. V tomto případě vystupují v rozvaze tři strany. Úloha výrobce nástroje zůstává stejná. Odběratel výrobku obvykle určuje targetovou cenu a probíhá soutěž o zakázku na dodání nástroje. Pokud mezi odběratelem nástroje a jeho výrobcem stojí třetí firma, obvykle lisovna výsledných výrobků, je na politice této společnosti, jakým způsobem vyjedná ekonomické podmínky realizace nástroje, které se pohybují mezi cenou targetovou a cenovou nabídkou výrobce nástroje. Tato firma může za příznivých podmínek na projektu generovat přímý zisk nebo naopak ze strategických či ekonomických důvodů výrobu nástroje dotovat.

### 3.1.3 Způsoby kalkulace ceny

Jednotlivé metody řešení nejlépe rozdělíme podle toho, jaké zjednodušení bylo při sestavení kalkulace použito. Zjednodušení je způsob, jakým popíšeme sledovaný projekt co nejpřesněji za použití minima parametrů. Toho využíváme proto, abychom určili, jak vzniká výsledná cena co nejobecnější cestou. Poměrně jednoznačné jsou charakteristické parametry použité technologie (budou uvedeny v kap. 3.1.4). Nejhrubším a absolutně nevhodným řešením, jak zredukovat popis nástroje, je závislost výsledné ceny přímo na délce nástroje. Tento proces může být relativně stabilní, pokud se nemění použité technologie a konstrukce nijak nevybočuje ze standardu. Rozvinutí toho postupu se

dociluje přidáním dalších rozměrových parametrů. Do použitých proměnných doplňujeme šířku pasu a tím plošnou charakteristiku projektu, výšku odvíjející se od sevřené tloušťky použitého lisu z čehož vzniká třírozměrná představa o rozměrech celku, další vlastnosti jsou záznamem kvalitativních charakteristik (kap. 5.2.3).

Nejobsáhlejší kalkulační prostředek je sestavení ceny z kompletního koncepčního návrhu. Ovšem tady je nezbytné v CAD prostředí poměrně detailní koncepci sestavit, což může být nad rámec uvažované náročnosti, jak časově, tak náklady na pořízení software.

### 3.1.4 Základní parametry nástroje

Pro popis a pozdější sledování nákladu při realizaci a hodnocení konkrétního projektu použijeme soubor vhodně zvolených parametrů. Záměrem je vybrat pouze takové, které jsou nezbytné pro popis a systematizaci nebo přímo pro stanovení či odhad jednotlivých nákladových položek.

Seřazením více takto popsaných projektů je možné sestavit katalog produktů sloužící pro prvotní odhad porovnáním s již existujícími v ideálním případě uzavřenými projekty.

Vybrané parametry – identifikační karta obsahuje:

- I.       obrázek
- II.     název výrobku, pro který je díl určen
- III.    název dílu
- IV.    číslo dílu
- V.      výsledná cena
- VI.     krok (posun při postupu)
- VII.    počet kroků
- VIII.   šíře pasu
- XI.     tloušťka plechu, \*materiál
- X.      předepsaný lis

pro potřeby evidence nástrojů dodaných externě navíc tyto:

- XI. targetová cena

- XII. výrobce

### 3.2 Přímé variabilní náklady

Pro zjednodušení jsou dále popsány především náklady přímo účetně spojené s výrobou nástroje. Práci všech oddělení, která není vykazovaná přímo na konkrétní projekt, je nejlépe dělit z celkového nákladu oddělení za dané období poměrně do jednotlivých projektů podle celkové ceny projektů.

Proto, abychom vhodně zvolili techniku, která bude při určení nákladu dobře fungovat, provedeme celkový výčet všech vznikajících nákladů. Porovnáním jejich výše a poměrů, které mezi nimi vznikají, je možné poukázat na ty nejvýznamnější a tím nejlépe se hodící pro porovnání nákladů. Zároveň jsou pak tyto vybrané náklady vhodným vodítkem pro sestavení fungující techniky stanovení ceny. Následuje výčet všech přímých „účetních“ položek nákladové rozvahy.

Celkový součet nákladů lze rozdělit do obecnějších skupin

- konstrukce a změny
- příprava - technici a technologie
- přímé náklady - materiál a práce
- kooperace
- zkoušení a ladění

#### 3.2.1 Náklady nástrojárny

### I. Ceny vstupního materiálu

Díly, které není možno přímo nakoupit, vyrábí nástrojárna. Nakupovaný materiál je definovaný přímo konstrukční dokumentací a je objednáván technologem nástrojárny. Mezi komponenty vyráběné z polotovaru patří např.: položky a desky, razníky, vložky, podložky, matrice, dorazy, čepy, trubky atd.

### II. Paušální položky

Díly nakupované se dělí do dvou skupin. Normálie vybírané z katalogů vzhledem k sériovosti své výroby tvoří optimální poměr jakosti a ceny. Větší a náročnější celky naopak často není možné ve vlastní nástrojárně realizovat. Může se jednat o řešení

podléhající licenci nebo jsou přímo požadovány zadavatelem nástroje. Konstrukčně bývají často řešeny jako periferie ležící částí zástavby mimo tělo nástroje.

### III. Práce

Práce přímo spojená s výrobou nástroje je rozdělena do několika skupin v podstatě pouze na oddělení nástrojárny. Probíhá zde výroba komponent, montáž a zkoušky sestaveného nástroje. V případě výroby nových dílů nástroje a konstrukčních prvků je možné práci paušalizovat pomocí strojních časů. Primární motivací při analýze ceny nástroje je snaha nalézt maximální zobecnění. Rozbor jednotlivých položek, tedy pozic, ze kterých se nástroj skládá, až na úroveň jednotlivých technologických operací je velice náročný svým rozsahem. Za optimální zjednodušení je možné považovat součet strojních časů na jednotlivých strojích. Při znalosti paušálů těchto strojů je možné poté upravovat náklady na výrobu komponent podle toho, jak se nastavení paušálů mění. Největší mírou zjednodušení je poté pouze účetní součet všech složek obsahujících práci vykazovanou v hodinové sazbě, tak jak je na úseku nástrojárny účtována.

### IV. Kooperace

V KB je nástrojárna podřízena potřebám lisovny a navíc nemá volné prostředky na strojní vybavení, proto výrazně využívá k výrobě komponent dodavatele z vnějších firem. Obecně se kooperuje z důvodů kapacit a optimalizace nákladů na komponenty nástroje.

#### 3.2.2 Konstrukce

Tato fáze trvá několik týdnů a za daného hodinového paušálu stojí asi 40000/týden.

#### 3.2.3 Přímé fixní náklady

Následující náklady již nejsou spojeny přímo s materiálem a fyzickou podobou nástroje.

- Řízení projektu a technologický dohled přináší náklady techniků
- Zkoušení vnáší náklady na provoz lisu dle hodinové sazby a ladění zpětně kumuluje náklady u všech zúčastněných.

### 3.3 Zahrnutí zbývajících nákladů

Při běžné praxi ovšem nepřímé náklady nejsou v ceně nástroje zahrnuty. Jejich pokrytí většinou zajišťuje zisk, který je odpovídající mírou navýšen. Přesto je jejich shrnutí a částečné rozdělení nezbytné proto, abychom jasně oddělili náklady přímo definované od nákladů obecných, které provoz zatěžují stejnou měrou. Právě proto, že nejsou přímo vedeny.

Pro zkompletování uvádím kalkulační vzorec, který zachycuje všechny nákladové položky vynaložené na činnost spojenou s výrobou nástroje. Součtem jednotlivých nákladových položek se získají celkové náklady.

#### MAXIMÁLNĚ ZJEDNODUŠENÉ SCHÉMA [12]

Vlastní náklady jsou součtem přímých nákladů a výrobní režie. Úplné vlastní náklady jsou celkové (výrobní i nevýrobní) náklady na produkt.

1. Přímý materiál a přímé služby
2. Přímé mzdy
3. Ostatní přímé náklady (spotřeba energie, odpisy)
4. Výrobní reжіe (reжіijní materiál a reжіijní energie)
5. Vlastní náklady (opravy a udržování, poplatky a škody)
6. Správní, odbytová, zásobovací reжіe
7. Úplné vlastní náklady (ÚVN)
8. zisk

### 3.4 Způsob kalkulace zisku

Problematika zisku je daná strategií organizace a podmínkami, které její ekonomiku definují. Vždy, zvláště pak v případě, že je zhotovitel nástroje samostatnou organizací, musí být všechny nepokryté náklady za dané období uhrazeny. K ceně všech vyčíslených nákladů musí být připočtena i hodnota dalších výdajů kumulovaných za období odlišných od termínu realizace nástroje. Při kompletním účetním sečtení nákladů by měl být v ceně nástroje prostor pro odpovídající zisk. Je otázkou jakými prostředky zisku na aktuálně komplikovaném trhu dosahovat.



## 4 Životní cyklus výrobku

### 4.1 Nástroj od zadání po předání

Základním předpokladem úspěchu projektu lisovacího nástroje je ekonomická návratnost investice do jeho realizace vložené. Neúspěch často bývá důsledkem především chyb v rozvaze (kap. 4.2). Po rozhodnutí o uskutečnění projektu výroby postupového či transferového nástroje pokračují již připravené podklady do konstrukčního oddělení, kde se dále upřesňují požadavky, a po schválení koncepčního řešení vzniká vlastní konstrukce nástroje. Po ukončení a opětovném schválení vzniklé dokumentace přebírá projekt nástrojárna, kde se za součinnosti vlastní výroby, kooperací, nákupu normálií a montáže celé sestavy, postupně kompletuje fyzické provedení připravovaného celku. Po sestavení a základních testech přichází zkoušení a ladění hotového nástroje, při kterém se odstraňují chyby z výroby a dochází k zavádění a testování v provozních podmínkách – požadovaném taktu. Po odladění základní podoby vyrobeného nástroje přechází pozornost na výsledný produkt celého procesu, tedy na vyráběný díl a jeho jakost. Po odlisování prvních vzorků, případně zkušební série je vyhodnocena shoda s podobou a kvalitou požadovanou zákazníkem.

Shoda dílu se hodnotí v celé škále parametrů. Základní nedostatky a chyby jako porušení materiálu jsou odhaleny přímo, jiné až po použití přesných měřících postupů. Způsob nápravy odchylek je ještě variabilnější. Především s ohledem na nákladnost takových zásahů. V tento moment bývá řešeno právě například odpružení materiálu, korekce ořezů nebo vznikající praskání a projevuje se v nejvyšší míře kvalita přípravné fáze. Zhodnocení poté přináší veškeré simulace a testy z předvýrobní fáze.

Právě ladění podoby dílu je dalším významným zdrojem nákladů. Každé nasazení nástroje a lisování na lise se nazývá smyčkou zkoušení a je snahou výsledný počet smyček plánovat a jejich podobu připravovat. Optimalizace procesu ladění a operativní řešení při výskytu neočekávaných neshod je jednou z možností jak výslednou bilanci zlepšovat. Stejně tak se stává, že právě nezvládnuté ladění, případně nestandardní odezva materiálu vedoucí k rostoucímu počtu smyček nutných pro úspěšné lisování jakostních dílců, bývá zdrojem vícenákladů navyšujících sumu celkových nákladů.

Po ukončení ladění je nalisována a předána série vzorků a po jejich schválení je výroba nástroje ukončena a nástroj předán k sériové výrobě.

## 4.2 Úseky podílející se na realizaci projektu

### Obchodní úsek

Proces začíná přijetím objednávky po akceptaci cenové nabídky. Provádí se přezkoumání výrobitelnosti, kdy se hodnotí možnosti a rizika realizace zadání. Objednávka je předána vedoucímu projektu a je vytvořen tým pracovníků z oddělení technologie, montáže, konstrukce, kontroly a nákupu.

### Konstrukce a vývoj nástroje

Konstrukce nástroje začíná ve vývojovém oddělení návrhem technologie lisování pro výrobu výlisku. Konstruktor pak nástroj navrhne a ve 3D CAD systému vymodeluje. Výstupem je výkresová dokumentace schválená zákazníkem a konstrukční kusovník.

### Technologická příprava výroby

Po schválení výkresové dokumentace zákazníkem jsou vypracovány technologické postupy pro díly nástrojů, CNC programy a jsou předány do výrobního úseku.

Nástrojárna - plánování rozplánuje zakázku dle vypracovaných technologických postupů. Při kapacitním vytížení pracoviště se výroba převádí do kooperace. Dle kusovníku z konstrukce se objednají dílce a materiál. Po vypracování programů pro CNC a dodání materiálu začíná výroba dílů. Obrobené hotové díly se buď povrchově upravují v kooperaci a znovu obrábějí. Nástrojaři si postupně vyzvedávají hotové díly a sestavují lisovací nástroj dle 2D výkresů.

### Optimalizace nástroje a předání nástroje

Po sestavení nástroje následuje zkouška na zkušebním lisu, úprava (optimalizace) nástroje, případně další zkouška až do odladění nástroje. Kompletní odladěný nástroj je nakonec vyzkoušen na sériovém lisu, a pokud nástroj a rozměry výlisku splňují požadavky zákazníka, je vystaven předávací protokol. Součástí protokolu je návod k obsluze a údržbě lisovacího nástroje.

### Zpracování zadané podoby dílu

-oddělení vývoje technologie lisování model dílu zpracuje v CAD softwaru, nejprve se určují rozměry rozvinutého plechu, z kterého pomocí přídavek určí rozměr plechu pro jeden výrobek, tzv. platinu

-následně se použije kontura rozvinutého dílu tak, aby byla spotřeba materiálu minimální. Stanovuje se s pomocí výkresu součásti technologie lisování dané součásti, počet operací v lisovacím nástroji

-z aktuálních dat se připraví plochy pro simulování výtažku. Simulace se provádí z důvodu ověření platiny a k stanovení kontury obstřihu. Ověřuje se, jestli je navržený díl lisovatelný, zda nedochází k porušení materiálu, k nadměrnému zvlnění nebo překládání.

-první se připraví plocha pro tah součásti, která obsahuje nejdůležitější a nejsložitější tvar

-při konstruování nástroje konstruktér svolává konzultaci k nástroji, kde se můžou jednotlivé oddělení vyjádřit k nástroji a požadovat různé konstrukční úpravy

#### 4.3 Navýšení ceny projektu - ztrátovost

Před úplným rozbořem jednotlivých položek nákladové rozvahy musí být akceptovány podstatné vlivy generující další plánované i chybou vzniklé výdaje a vícenáklady. S rostoucím stupněm rizika plynoucím ze složitosti a inovativnosti řešení enormně vzrůstají i požadavky na minimalizaci chyb a nejednoznačností. V celém procesu se vyskytují kritická místa, kde lze předpokládat chybné závěry technických analýz a tím i chybná strategická rozhodnutí.

Pro kvalitní zpracování projektu je nezbytné vycházet z jednoznačného a odpovídajícím způsobem zpracovaného zadání.

##### 4.3.1 Příčiny navýšení

Mezi nejvýznamnější kritické chyby patří:

- chybná analýza výkresové dokumentace (tolerance rozměrové i geometrické)
- nedodržení postupu případně hodnot definovaných v popisech dokumentace
- neschválené odchylky od dokumentace na straně zadavatele i zhotovitele
- nekorektnost a nejednoznačnost zdrojových modelů
- sporná technologická proveditelnost navrhované podoby (lisovatelnost)
  - o výrobitelnost na zvažovaném výrobním stroji – technologičnost
  - o geometrická podoba neumožňující zpracování navrženým způsobem (nemožnost lisovat díl daným počtem kroků v zamýšleném pořadí)
- technické řešení dimenzované svou životností pod požadovaný objem výroby

Řešení tedy musí být navrženo tak, aby bylo schopné po celou dobu své životnosti pracovat v určeném taktu – produkci odpovídajícího počtu kusů za minutu. A jeho údržba probíhala stanoveným způsobem s předpokladem výskytu minima komplikací. V případě nejasností či velkého rozptylu v odezvě materiálu je vhodné a u náročnějších realizací nezbytné proces tváření simulovat zvláštním softwarem. To platí ještě významněji v případě kritického ztenčení či rizika trhlin u náročnějších tahových úloh.

Předpokladem plnohodnotné a kvalitní cenové kalkulace je tedy úplný digitální model dílu a dokumentace, na jejichž základně proběhlo jednání určující úplným způsobem význam a výklad všech obsažených předpisů a definic. Nejednoznačné a přidávané parametry by měli být definovány a odsouhlaseny ještě před začátkem konstrukce.

#### 4.3.2 Vytváření rezerv

V přípravné fázi musí být vytvořena dostatečná rezerva v konstrukčním řešení pro zanesení změn vzniklých odezvou materiálu odlišnou oproti předpokladu, případně úpravě rozložení jednotlivých technologických operací. Speciálně odpružení materiálu si žádá buď přidání operace kalibrace, nebo úpravu v geometrické podobě tvářecích dílců. Není nezbytné kroky vedoucí ke kompenzaci odpružení zhotovovat přímo. Postačí provést pouze jejich konstrukční přípravu, tak aby v případě, že nebude nezbytné kompenzaci provádět, nebyly připravené dílce vůbec vyráběny.

Není vyloučeno, že některý z předpokladů nebude dodržen. Je poté na zvážení, jakým způsobem se takové riziko projeví nárůstem ceny. Ovšem takto vytvořená rezerva je nezbytná. Za situace, kdy různě interpretované podklady mohou vést k diametrálně odlišným výsledkům, bývá zpravidla od realizace odstoupeno.

#### 4.4 Uzavření cyklu

Pro vytvoření systému využitelného jak pro rozvoj zkušeností, tak pro usnadnění práce na jednotlivých projektech je vhodné určitým způsobem informace o všech činnostech sjednotit do určitého funkčního schématu. Způsob práce fungující u jednotlivých projektů lze v případě postupových nástrojů dostatečně zobecnit a unifikovat tak, že data, která byla získána na dříve řešených úkolech, používáme jako podklad pro problematiku aktuálně zpracovávanou. Tento princip je dnes již klasický a často popisovaný životní cyklus výrobku. Jeho propracovanost a funkčnost je věcí volby

vhodného nástroje či kvalitní systematizace práce na projektech nástrojů. Přesto, že se jedná o fungující postup, je jako u každého sofistikovaného nástroje žádoucí sledovat efektivnost, případně návratnost, pokud padne volba na investici do nového systému. Důsledek pro efektivní stanovení ceny je přehlednější definování a ověření opakovatelnosti postupu při tvorbě ceny. Čím méně je tedy známo o postupu práce na projektu, tím větší podstupujeme riziko při návrhu ceny.

#### 4.5 Celé výrobní schéma výroby nástroje

1. poptávka – výkres, targetová cena
2. technolog lisování – nástřihová rozvaha, vstupní parametry
  - Konstrukční uzel (KU):
3. nástřihový plán, rozvin na pasu v daném počtu kroků
4. ocenění konstrukce, výroby, zkoušení na lise (ceny termíny kapacity)
5. zkoušení vzorků, testování / volba technologie (možnost návratu na začátek KU)
6. schvalování konstrukce provedení – trvanlivost, provedení rámu, jakost normálií  
(před počátkem realizace snaha o konečnou podobu výkresu výrobku)
- KU je ukončen ve finální podobě s dokumentací a výrobní technologií dílců
7. CAM zpracování dokumentace dílců
8. tvorba vzorků (není výjimkou) na provizorním zařízení, zadání vzorků externě
9. pro finální řešení volba strojního vybavení, blokace kapacit zkoušení a produkce, zajištění materiálu – plechů vyhovující jakosti (příprava pro sériovou produkci)
  - Uzel výroby – nástrojárna
10. nákup materiálu, normálií, zadání výroby v kooperacích
11.
  - a) strojní čas, příprava, tepelné úpravy, opravy dle změn
  - b) montáž, ruční práce
12. změny po funkčních úpravách
13.
  - a) zkoušení – oprava kolizí (konstrukční chyby)
  - b) sériový test – produkce, vzorky
14. měření – předání jakostních vzorků – fakturace

## 5 Zpracování podkladů

Sběr dat byl proveden ze dvou hlavních skupin nástrojů. Převážná část vzorové modelové skupiny je tvořena nástroji externími a jedná se o ucelený soubor projektů pro zákazníka Škoda auto a.s.. Druhou skupinou je soupis interních projektů nástrojárny firmy KB realizovaných v letech 2009-2012 (Příloha tab. 3). Informace o těchto interních projektech jsou výstupy účetnictví. Známe složení nákladů v plné šíři. Je možné kalkulovat s odpisy strojů a s dalšími režiiemi. Známe míru kooperací, případně strojní časy ceny materiálu a mezd. Pokud dodává nástroj externí nástrojárna, známe jen jeho koncepční řešení, parametry technologie a výslednou cenu. Její detaily zůstanou skryté. Toto ovlivňuje výrazně způsob zpracování vstupních dat pro analýzu vzniku ceny. Data a vstupní informace se dělí na podrobnější výstupy vlastní nástrojárny, zahrnující především užší okruh menších projektů stabilnějšího složení. Na nich lze vhodně popsat určité podobnosti a detaily rozložení nákladů v ceně. Na externích projektech je ilustrována maximální šíře realizovaných technologií. Ceny pak odrážejí pouze měřítko konstrukční.

### 5.1 Poměrné rozložení/ Struktura nákladů

Přímé náklady jsou sečtením všech pořizovacích vstupních faktur za materiál a práci + hodnota mezd na úseku nástrojárny spojená s projektem, odzkoušení kolizí po sestavení nástroje a jeho příprava pro zkoušení.

V každém uzlu realizace je možné náklady dále dělit do obecnějších skupin tak, jak je prakticky realizováno při evidenci a účtování nákladů. Je možné stanovit konkrétní hodnoty pro jednotlivé skupiny. Při revizi účetnictví procentuálního zastoupení jednotlivých složek nákladů nástrojárny je lze přímo vyčíslit. Pokud se snažíme takové rozložení zobecnit, můžeme buď nalézt průměrnou hodnotu pro skupinu podobných nástrojů nebo odhadnout hodnoty na základě konkrétních parametrů, vlastnosti či přímo z konstrukce. Příklad rozložení obsahuje nejčastější položky nákladů nástrojárny. Mohou se přidat i další složky podle toho, jak podrobně je účetnictví daného uzlu vedeno např. montáž, tepelné zpracování atd....

Hodnota přímých nákladů nástrojárny (kapitola 3.2.1) se pohybují dle dalších zdrojů např. v těchto poměrech[10]:

- mzdy 40%, material 30%, kooperace 10%, konstrukce 5-10%, normálie 5%

Z tabulky 3 v příloze je vidět, že ze skupiny projektů průměrné ceny 400000 korun je nejnákladnější složkou nákladů provoz strojů, následovaný materiálem a mzdami a náklady na kooperace při výrobě dílů. Zároveň je patrná značná proměnlivost složení.

## 5.2 Pravidla vnitřního uspořádání

Po sečtení všech nákladových položek a vytvoření bilance - rozložení nákladů vyplývá nutnost určit určitá pravidla, opakující se postupy a algoritmy, které se uplatňují při hledání řešení a vedou k odpovídající konstrukční struktuře. Nabízí se tak detailní rozbor konstrukčních zvyklostí a popis vzájemné vazby mezi konstrukcí a cenou.

Celek nástroje je pohledem z odstupu v podstatě sestavou jednotlivých sekcí, prvků či řešení. Všechny tyto prvky jsou použity striktně se záměrem realizovat zamýšlený technologický postup v určitých předem stanovených mezích. Omezení jsou především cena, zavedené konstrukční postupy, dostupné technologie. Částečným zobecněním je možné vytvořit představu o konstrukční skladbě řešení i bez zaznamenání jeho konkrétní podoby. Složení jednotlivých operací sestávajících z navržených technologií ve vhodném pořadí sestavíme nástřihový plán (layout-kap 2.3) - výchozí prvek budoucí podoby celého nástroje. Definujeme tak postupně umístění jednotlivých operací a rozměry nástřihu.

### 5.2.1 Ohodnocení použitých operací

Nejzákladnější a nejvýznamnějším aspektem konstrukce je použité technologické řešení. Každá z uvedených technologií přináší svou konstrukcí odlišné složení nákladů. Střih je jednoduchým složením dvou komponent definovaných 2D konturou. Ohyb podle složitosti dvěma proti sobě stojícími plochami. Klínový střih využívá nákladné nakupované jednotky. Tažení je realizováno obecnou 3D plochou s tím, že s rostoucí náročností tažení bývá rozděleno do více kroků, případně vyžaduje použití přidržovače.

Technologicky členěné operace – střih, ohyb, klínový střih, tažení, hluboký tah, kritická deformace, kalibrace, krčky, závity, mazání, matice, překládání plechu, tox, další...

Pokud popíšeme pravidla vzniku nákladů pro všechny uvedené postupy, můžeme z geometrie a ze specifikací predikovat následné generování nákladů. Sestavením vhodné vazby mezi postupem a předpokládanými náklady, získáme dobrý podklad pro vytvoření algoritmu kalkulace. V příloze 5 jsou ceny operací obecně popsány.

### 5.2.2 Vliv konstrukčních skupin na stavbu nákladů

Náklady jednotlivých použitých konstrukčních řešení přímo vychází z náročnosti použitého postupu výroby. Při důsledné analýze lze vysledovat vazby mezi jednotlivými rozměry či přímo základními parametry (kap. 3.1.4) a výslednými náklady. Příkladně šíře pasu a délka layoutu rozšířená asi o 30mm na stranu společně s tloušťkou určuje zastavený prostor, který je v celém svém objemu zhotovený převážně z nástrojové ocele.

Významnou skupinou nákladů jsou použité periferní technologie, jejichž náklady jsou počítány paušálně přímo za jednotku a navíc k nákladu na vnitřní strukturu nástroje.

Desky: rozměry desek je možné odhadovat z nástřihového plánu, strojní čas spojený s jejich výrobou není výrazně odlišný při menších rozměrových odchylkách, vždy se jedná o konkrétní konstrukční řešení daného složení proměnlivých dimenzí.

Matrice: bývá z nástrojové ocele zvýšené přesnosti s určitým přesahem, v podstatě kopíruje tvar nástřihového plánu

Razníky: odpovídají množství a tvaru použitých střížených hran. Z nástřihového plánu je možné odhadnout jak jejich tvar, tak obvod střížených hran.

### 5.2.3 Detailní parametry

Složení nástrojů je velice proměnlivé od jednoduchých střížných nástrojů, přes řešení s více ohybovými sekcemi, dále zapojení periferií, až po max. složitost, jak tvarové a technologické, tak orientace dílů na pase. Všechny tyto charakteristiky základního členění dle náročnosti či rozsahu lze zaznamenat jednotlivými pomocnými parametry. Při jejich definování je nejlépe jednoduše volit z možností odpovídá/neodpovídá. Pro popis složení vnitřní struktury a důslednější rozdělení s ohledem na efektivní sledování tvorby nákladů vytvoříme další doplňující parametry. Je možné vytvořit průvodní kartu obsahující tyto zobecňující pomocné parametry spolu se vstupním popisem:

- jednovýpad / zrcadlové díly / dvouvýpad
- nástroj střížný / ohybový / tažný / kombinovaný / transfer
- četnost jednotlivých operací
- s použitím periferních zařízení
- hlubší tahy-simulace/použití přidržovače



#### 5.2.4 Ladění

Proces ladění se ne vždy dá odhadnout a ne vždy je nutné proto vytvořit rezervy. Přesto je nutné s případnými vícenáklady počítat a mít představu o rozsahu těchto prací.

Existuje několik kategorií, které spadají do této fáze následující po zkompletování nástroje. Ještě na oddělení nástrojárny se prověří sestavitelnost horních a dolních protilehlých sekcí a kolize bez založeného polotovaru. Při prvním lisování se poté v plné míře odhalí skryté nedostatky, především pokud v postupu lisovaný pás v některém kroku nemá prostor pro volné založení napolo odlisovaných tvarů. Poté co plech projde celým nástrojem, ladí se nejprve vnější kontury a poté tvary včetně všech předepsaných rozměrových, geometrických a technologických charakteristik. Posledním krokem ladení je záběh nástroje do výrobního taktu. To znamená zvyšování počtu zdvihů za minutu na maximum. Optimalizační porada rozhodne, jakým způsobem budeme řešit další úpravy dílu a nástroje. Optimalizačních smyček bývá několik, záleží na tolerancích plechu, složitosti výrobku a odpružení dílu.

Při zavádění nástroje složitého na obvodový tvar a jeho změny po sérii ohybu používáme ladění obvodového tvaru. Odhad nákladů dle [9]:

60000 Kč nová sekce stříhu obvodu dílu - 8% z celkové ceny

20000 ladění - 4% z celkové ceny – postupné iterace obvodové kontury

### 5.3 Konstrukční zásahy technologického charakteru

O úspěchu navržené koncepce rozhoduje především důslednost a kvalita připravených podkladů. Tedy jestli byly všechny požadavky zrealizovány v dostatečné výsledné kvalitě a návrh vyloučil všechny předpokládané a odhalitelné chyby.

#### 5.3.1 Simulace tažení výtažku

Při některých operacích, převážně při tažení dochází k vadám výtažku - trhliny, ztenčení materiálu, převážně z důvodů špatného konstrukčního řešení nástroje nebo z důvodů nevyhovující reakce materiálu výtažku - špatné zakládání přístříhu, nedokonalé mazání. Předcházet nežádoucím reakcím materiálu je možné včasným konstrukčním opatřením. V případě, že se nepodaří chybu odhalit předem, přináší poté ve fázi úprav a

ladění další náklady a především posuny v termínu dokončení projektu. Je tedy žádoucí podobné komplikace odhalit předem prostřednictvím simulací procesu tváření pomocí specializovaných software, který pracuje na principu metody konečných prvků (FEM). Vyhodnocení stanovuje lisovatelnost plechů (formability). Pokud se plech při tažení ztenčí pod určitou kritickou hranici (okolo 30 % tloušťky plechu) předpokládá se, že v tomhle místě dojde k prasknutí výtažku.

V provozech s minimálními prostředky a malým rozsahem výroby je možné nahradit simulaci prostřednictvím odhadu dle zkušenosti konstruktéra. Ovšem riziko je poté značné. Pokud není vybavení společnosti na špičkové úrovni, kde je simulace již systémově zařazena do procesu přípravy nástroje, je možné zvažovat návratnost simulace. Simulace je možné zadávat externím firmám, případně vyhodnotit návratnost celého softwarového řešení. V případě, že firma není takto vybavena a předpokládaná nákladnost úpravy v kritickém místě nástroje je hluboko pod nákladností vypracování simulace je možné podstoupit riziko a simulaci neprovádět.

### 5.3.2 Jakost a trvanlivost provedení

V konkrétních případech je možné volit použitá řešení s ohledem na předpokládanou délku produkce zajišťované navrhovaným nástrojem. Jedná se o některé normálie, materiály použitých desek, dimenze a tuhost jednotlivých sekcí. Vše dle možností a zkušeností zhotovitele. Optimalizace s ohledem na životnost nástroje je prostředkem pro vytváření rezerv v rozpočtu a naopak může předcházet závadám a růstu nákladů na údržbu.

Kromě celkové životnosti, které určuje maximální počet vyrobených dílů před ztrátou funkčnosti nástroje, sledujeme i životnost střížných částí, které je možné obnovit přebroušením. Jejich životnost je z toho důvodu tloušťkou částí k přebroušování určených. Obnovování střížných částí je také jednou ze zásadních položek při sledování provozních nákladů při údržbě nástroje.

Proto se na vyžádání zadavatele může konstrukce zjednodušit, či stát složitější podle toho, jak má být náročná na demontáž či výměnu pravidelně obnovovaných komponent jako jsou právě razníky. Nejlevnější konstrukce bývá často velice problémová svou obsluhou a údržbou.

## 5.4 Odezva materiálu

- Deformace průřezu

Nastává při ohybu materiálu. Díky stlačování materiálu na vnitřní straně ohybu prodlužování na vnější straně, dochází tak ke pnutí a změně délky v příčném směru.

- Praskání materiálu

Jedná se o vznik trhlin na vnější straně ohybu. Takové trhliny mohou vzniknout v důsledku překročení kritické hodnoty poloměru ohybu, stavem použitého materiálu nebo orientací průběhu vláken. Směr vláken má na kvalitu ohýbání rozhodující vliv. Již při tvorbě nástřihového plánu by měly být respektovány technologické požadavky na tvářecí operace. Osa ohybu měla být kolmo na směr vláken (minimálně však 30°).

- Odpružení

Je to jev, který vzniká po ukončení působení vnějších sil na deformované těleso. Ohýbané těleso se poté částečně vrátí do svého původního tvaru. Zpětné odpružení vzniká v důsledku pružné deformaci. Velikost odpružení bývá v rozmezí 3-15°.

Opatření pro zamezení zpětného odpružení:

Nástroj se navrhne již s korekcí o patřičný úhel, případně využijeme kalibrace, která probíhá za zvětšení lisovací síly po ukončení všech sekcí ohybu. Další možností je použití prolisů, které zpětné odpružení téměř úplně eliminuje.

- Drsnost povrchu a mazání

Těmito parametry je možné výrazně ovlivnit koeficient tření a tedy sílu potřebnou k vytažení. Můžeme tak změnit i počet tažných operací. Účel mazání je předejít zadírání plechu na styčných plochách nástroje a tím předchází porušení hladkosti stěny výtažku.

- Trhliny, otlaky při tažení

Převážně dochází k vadám výtažku z důvodů špatného řešení v konstrukci nástroje, použití nevhodného materiálového řešení, nebo nevhodnou obsluhou při tažení (špatné zakládání přístřihu, nedokonalé mazání). Odstraňování vad se provádí další úpravou tvaru dosedacích ploch, úpravou brzdných žeber, přidáním dalších konstrukčních prvků jako jsou uvolňovací otvory.

## 6 Návrh kalkulace ceny

Kalkulace nákladů produktu je způsob, jak co nejefektivněji využít všechny dosud nashromážděné podklady pro stanovení ceny tak, aby projekt vygeneroval předpokládaný zisk a byla pokryta všechna rizika spojená s realizací s ohledem na její náročnost.

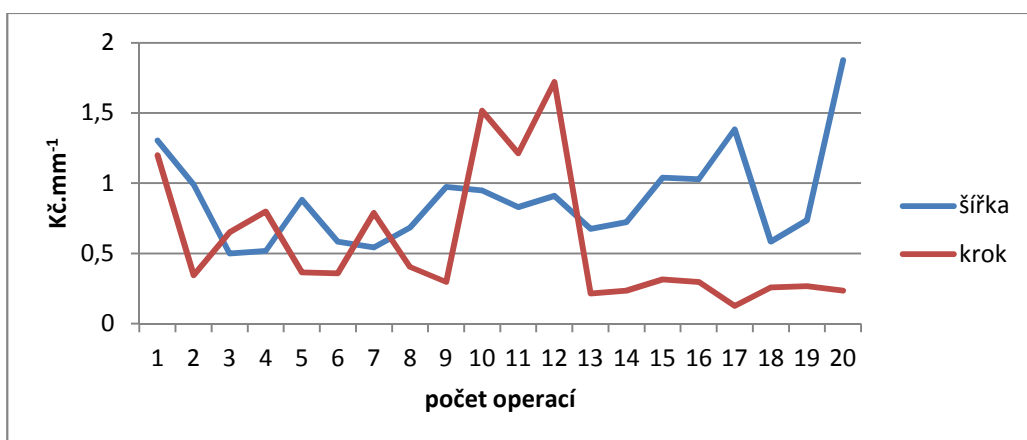
### 6.1 Postup hledání ceny

Shoda odhadu s realitou vycházející z kvalitního a efektivního systému využití podkladů. Rozhodující jsou nejvýznamnější ukazatele. Přesnost méně významných nemusí být absolutní. Na základě tohoto předpokladu je možné nastínit postup při stanovení ceny.

#### 6.1.1 Generování ceny na základě obecných parametrů

Hrubý odhad přináší rychlé řešení na základě definování základních vstupních parametrů dle kap. 3.1.4. Je to nejvhodnější postup z pohledu času a ovladatelnosti. Pro jeho použití je nutné sestavit vazby mezi vlastnostmi nástroje a jeho parametry. Sestavení vazeb je vhodné provést statisticky z dostupných již uzavřených projektů. Tento postup je silně závislý na šíři podkladů, ze kterých jsou určeny závislosti daných parametrů. Navíc závislost ceny na geometrických parametrech nejen, že je těžko prokazatelná, ale navíc je i silně proměnlivá. Odchylka je ilustrována v příloze 6.

Nejvýznamnějším parametrem pro určení podoby a ceny nástroje je počet operací (kroků). Pro zobecněný popis ceny jsem použil cenu vztaženou k dalším rozměrovým parametrům (Obrázek 1). Poměrná cena = cena na šířku plechu či délku kroku. Sledoval jsem závislost poměrné ceny na počtu operací.



Obrázek 1 Graf závislost poměrné ceny na počtu operací

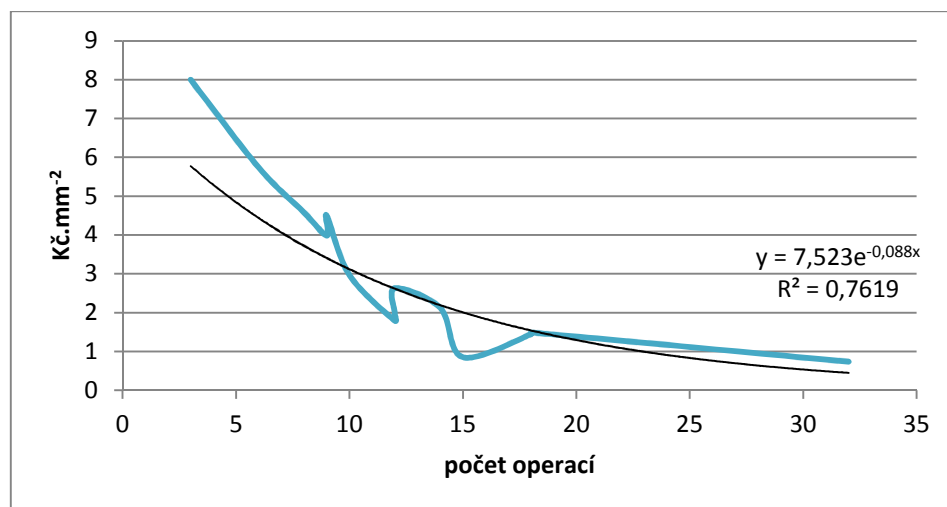
## lineární metoda

Jednoduchý popis jak získat přímou závislost mezi parametry a cenou je možné dosáhnout využitím vhodné funkční závislosti. Je možné postupovat naprosto jednoduše ovšem jednoduchá závislost je zatížena velkou chybou (odchylkou). Při hledání vhodné závislosti navíc vyjde najevo, že plná šíře variant projektů nástrojů je natolik variabilní, že bez dalších doplňujících parametrů je chyba neakceptovatelná. Nástroje s minimem kroků např. výrazně vystupují nad předpokládané hodnoty dle sestavené funkce.

Jako nejvhodnější porovnávací funkce může být považován vztah vyjadřující, jak se mění cena v závislosti na počtu kroků a velikosti jednoho kroku. Nejvýznamnější proměnou je počet kroků. Velikost kroku a tím i rozměry nástroje mají nižší výpovědní hodnotu, protože rozměrnější komponenta je nákladnější pouze o rozdíl vstupního materiálu a strojního času což jsou v poměru k celku nižší navýšení, než jsou ta plynoucí z vyššího počtu kroků.

Uvádím některé možné závislosti. Při definování výsledné nabídky je možné akceptovat výsledky pracující s určitou chybou. Musí pak ale být brán na to v postupu zřetel a vzniklé riziko musí krýt dostatečný zisk (rezerva v rozpočtu).

Příklad nejméně se odchylující vzájemné závislosti parametrů, konkrétně hodnota cena ku počtu kroků a ku šířce na druhou, navíc s vyřazenými výraznými odchylkami (Obrázek 2). Přestože je chyba relativně malá, bylo zjednodušení v tomto případě relativně výrazné a ani sama interpretace, kdy není zahrnuta hodnota délky kroku, není zobecnitelná.



Obrázek 2 Graf funkční závislosti mezi cenou a počtem operací

### 6.1.2 Zobecnění jednotlivých prvků obsažených v návrhu

Jednoduchý a přesný postup je vyjádření koeficientů náročnosti jednotlivých technologických řešení. To by umožnilo skombinovat základní parametry přímo s obecným koncepčním návrhem postupu. Podkladem pro určení nabídkové ceny je velikost jednotlivých sekcí spolu s jejich paušální náročností, která vyžaduje znalost zobecněných nákladů jednotlivých použitých konstrukčních řešení kap. 5.2.1.

Předpokládám ovšem, že sestavení nákladnosti operací je hodně citlivé na zvolenou metodu a velice těžko se přímo zobecňuje. Ve velké míře bude vycházet ze strojního vybavení, tedy technologických operací zvolených pro výrobu komponent nástroje. Právě proto je nejpodstatnější nevýhodou tohoto postupu jeho individualita pro prostředí dané nástrojárny proměnlivost a nutnost jeho dimenze určovat přímo dle podmínek, ve kterých je projekt realizován. Jednou z výrazných odlišností charakteristické podoby nástroje je pak použití transferu, kdy není nutné, aby byl celý nástroj kompaktní. Pevné spojení jednotlivých částí je nahrazeno pouze přesným vystředěním každé z nich.

Další zahrnuté vlivy by měly reflektovat to, že se náročnost a nákladnost práce výrazně mění podle toho, zda se v daném kroku pouze stíhá, tváří nebo naopak je krok volný - rezervní. Poté je možné cenu odvíjet od počtu kroků jednotlivých typů. Se složitostí dané operace klesá v celkových nákladech složka samotného materiálu a roste poměrné zastoupení strojního zpracování. Pro cenu operace má vliv koncentrace použitých technologií či konstrukčních prvků. Cena za materiál závisí na rozměru, cena za práci roste úměrně s použitou technologií a rozměry, pro každý krok se kalkuluje cena úměrné technologii.

Zobecnění tedy patrně nebude možné napříč všemi třídami a skupinami postupových nástrojů. Značné odlišnosti se objevují mezi menšími jednoduchými nástroji klasické konstrukce a rozcházejí se podle toho, jak se mění velikost dílů. Především závislost ceny na dimenzích je pak hodně proměnlivá.

Pak tedy můžeme navrhnout řešení, kdy specifikujeme určitou nákladnost dané operace a tuto hodnotu korigujeme dle dimenzí nástroje. Specifikace je možné získat přibližnou kalkulací zobecněných řešení. Nebo statistickým vyčíslením nákladnosti jednotlivých technologických řešení – operací. Nalezení jednoznačné závislosti nebo podkladu pro toto řešení však vzhledem k proměnlivosti podkladových dat nebylo možné.

### 6.1.3 Sumarizace nákladů z layoutu

Určení ceny po položkách-dílech (předem nikoli zpětně) je problém. Podíl práce na výsledné ceně komponenty je velice proměnlivý (materiál polotovaru může tvořit od 5 až do 40 % ceny - viz tab. 3). Není možné jednoduše předpokládat cenu dílů určité velikosti a jakosti. Navíc je nezbytné vypracovat poměrně konkrétní představu o podobě celého projektu alespoň jako návrh nástřihové plánu. Tento postup předpokládá pracnost přesahující možnosti a kapacitu osoby, která tvorbu nabídkové ceny zajišťuje. Jediným řešením v takovém případě je použití komplexního software řešení pro stavbu a určení ceny nástroje. Přesto předpokládám, že takové komplexní řešení bude mít smysl pouze v případě zpracování větších projektů, kde jednoduší odhad nedokáže cenu dobře vystihnout. Pokud je projekt dostatečně zajímavý, je komplexní a detailní řešení jedinou cestou, jak se vyhnout problémovým odchylkám od předpokladů. V rozpočtu takových projektů je i rezerva pro náklady s přípravou spojenými.

## 6.2 Přehled možných postupů

Popsané postupy jsou ještě doplněny o prostou účetní uzávěru ukončeného projektu pro porovnání s predikovanými cenami a volbu ceny na základě porovnání s podobnými již ukončenými projekty z katalogu nástrojů realizovaných v minulosti společnosti

- ❖ zpětně účetně recipročně -porovnávací metoda
- ❖ z katalogu
- ❖ z rozměru a parametrů
- ❖ algoritmus podle detailních parametrů (operace, dimenze, složitost)
- ❖ z layoutu po operacích

### 6.2.1 Praktický postup

Při práci na projektu poté vybíráme nejvhodnější postup dle konkrétní situace. Při postupném sestavování ceny je tedy možné nejprve vyjít z katalogu a porovnat vznikající projekt se záznamy o cenách projektů minulých. Po prvním nástřelu je vhodné informace zpracovat a zapsat prozatím ujednané hodnoty proměnných (dle kap. 5.2.3). Postupným směřováním k úplnému nástřihovému plánu se informace upřesňují a zpřesňuje se odhad výsledné ceny. Je výhodné zaznamenávat každý upřesňující parametr. Bylo by možné

sestavit nejen záznam již specifikovaných vlastností, ale jistě je možné s takto široké škály specifikací sestavit algoritmus přímo definující náklady na realizaci zaznamenaných záměrů. Při sestavení celé koncepční podoby řešení je nejproduktivnější použít vhodný softwarový nástroj.

#### 6.2.2 Nástroj tvorby ceny

Pokud postupujeme v rozšiřování koncepce zpracovávaného projektu dál ke skutečné konečné výsledné podobě, shromažďujeme stále nová data a roste variabilita odhadu ceny včetně možností interpretace předpokládaného nákladu na fyzickou podobu záměru. Pro zachycení ceny v tento moment již nezbytně potřebujeme produktivní nástroj schopný popsat náklady vznikající koncepcí.

Příprava a vývoj takového nástroje znamená shromáždění všech poznatků v maximální šíři jejich setřídění a odhad chování při zobecnění. Znamená to tedy jednak nutnost široké základny podkladů, kdy s klesajícím množstvím projektů, ze kterých odhad vychází, výrazně roste chyba řešení. A především je nutná obsáhlá a důsledná fáze zkoušení a ověřování nalezených pravidel.

Předpokládám tedy, že zobecnění dle vlastních závěrů je možné. Ovšem tato varianta stojí proti výrazně zajímavé volbě již hotového softwarového řešení, kdy uživatel není zatížen ani vývojem nástroje ani neurčitostí vzniklé chyby. Všechny dosavadní poznatky mohou být jak vhodným prostředkem pro posouzení dostatečnosti a kvality aktuálně používaného postupu tvorby ceny, tak vodítkem při hledání již hotového softwarového nástroje včetně zhodnocení jeho úplnosti a vhodnosti pro zamýšlené nasazení.

#### 6.2.3 Fáze rozpracovanosti

Přípravu nabídky lze zpracovat s různým stupněm důslednosti. S objemem financí, které celý průběh projektu na sebe bude vázat, roste i nezbytná náročnost a nákladnost přípravné fáze. Jejímž rozhodujícím momentem z ekonomického pohledu je cenová nabídka. Při minimu vstupních informací a nízkém předpokládaném přínosu projektu vyžaduje ekonomika minimální čas pro zpracování nabídky a tím co nejovladatelnější nástroj. Ponížení času stráveného sestavením ceny na minimum však roste i riziko případných nepřesností. Předpokládá se ovšem, že menší projekty vykazují velkou



podobnost a při menším rozpočtu je poté riziko ztráty výrazně menší. O volbě vhodného stupně rozhodují uvažovaná cena, kapacita / vytíženost, předpokládaná rizika. Je možné sestavit určité stupně složitosti přípravy zhruba takto:

Tabulka 1 Rozložení postupu do kroků pro fáze rozpracovanosti utvářené koncepce

FÁZE	I	II	III	LAY-OUT
1 targetová cena, rozvin	√	√	√	√
2 velikost pasu, počet kroků	√	√	√	√
3 složení technologie, periferie	√	√	√	√
4 četnost (střih/ohyb/tah...)	√	√	√	√
5 analýza rizik	X	√	√	√
6 nástřih technologie	X	X	√	√
7 konečná posloupnost operací	X	X	X	√
8 detailní rozměry	X	X	X	√

Zpracování roku 1 je nezbytné zadání, bez něhož nelze postupovat dál. Podoba položek kroku 2 se může měnit, tak jak dochází k vývoji pracovních verzí návrhu. Krok 3 popisuje výslednou podobu vývoje návrhu od koncepce po výkres lay-outu. Pro jednotlivé fáze vypadá následovně. Ve fázi I je určené pouze, ze kterých technologií je koncepce složena. V druhé fázi se utváří hrubá podoba. Ve třetí se už blíží rozměrová podoba výsledku. Krok 4 - sestavení četnosti zastoupení jednotlivých typů technologických operací je vhodným a přehledným koncepčním shrnutím celého postupu lisování. Sestavení rizik v kroku 5 vychází se zkušeností a pro zjištěná rizika je vhodné navrhnou i případná nápravná opatření pro případ kritického vývoje (kap. 7.5). V posledních třech krocích nabývá finální podoby postupně výsledný návrh nástřihového plánu. A nakonec je před zaznamenáním do výkresové podoby uzavřeno i pořadí operací a výsledné rozměry.

### 6.3 Uzavření nabídky – korekce ceny

K odhadované ceně musí být připojeny všechny další položky nákladové rozvahy a získaná celková částka je poté srovnána s targetem zadavatele a dle situace a strategie ještě případně upravena. Cena vygenerovaná optimálním technickým řešením nemusí být vždy konečná. Pokud již není možné do technického řešení zasáhnout a cenu snížit, je možné akceptovat i nabídku za cenu nižší než je cena odhadnutá. Přesto, že to není úplně nestandardní jev, je tato situace určitým způsobem specifická. Ztráta musí být následně

vyrovnána a to se děje prostřednictvím např. velké ziskovosti následné sériové výroby či výrazným ziskem na nástroji, který náleží k prodělečnému prvku a jejich realizaci nelze uskutečnit z vůle zákazníka odděleně.

#### 6.4 Řešení používané ve firmě K&B

Tabulkové (Excel) řešení používané ve firmě K&B stojí na principu lineární závislosti ceny na dimenzích. Používá dvojí součet nákladů na vstupní materiál. Pro oblast primárně určenou pro přímé technologické postupy při úpravě zvažuje nástrojovou ocel, pro zbytek nástroje potom běžnou konstrukční ocel. Veškeré další náklady kalkuluje jako pětinasobek vstupní ceny materiálu. Připočítány jsou paušální položky za nakupované periferní technologie včetně klínových jednotek. Výrazné odchylky od takto spočtené ceny určuje zaměstnanec zodpovědný za tvorbu cen na základě konzultací, zkušeností a odhadu konstrukčního řešení. Geometrické vlastnosti vycházejí z rozměrů nástřihového plánu a odhadu sevřené výšky nástroje korespondující s lisem odpovídajících parametrů. Výsledky generované tabulkovým řešičem jsou vyneseny v příloze 1.

## 7 Odchyly od standartních řešení

Vznik chyb, neshod, záporných bilancí je zapříčiněn především vlivem limitů dostupných řešení, na které realizační tým narazí. Omezeními jsou cena, zavedené konstrukční postupy, znalosti. Posunutí těchto mezních možností bývá předpokladem dosažení targetové ceny, případně způsobem, jak získat výraznou konkurenční výhodu.

### 7.1 Složitost

Základní členění složitosti dělí nástroje na malé a střední, zpracovatelné bez omezení, a na větší členité nástroje a nástroje pro lisování velkých dílů zpravidla za použití transferové technologie. Způsobem jak popsat míru složitosti je přiřazení parametru, všem vlastnostem, které mohou mít výrazný vliv na cenu. Tvar dílu s ohledem na možné technologické a konstrukční požadavky je stěžejním vodítkem pro předvídání možných komplikací při realizaci projektu.

### 7.2 Dopad parametru složitosti

Standardně je zohlednění složitosti řešeno tak, že cenu stanovuje člověk, který je schopen zahrnout předpokládaná konstrukční opatření a tím i odpovídající navýšení ceny. Míra vlivu se liší podle náročnosti realizace. Vliv složitosti na rozpočet projektu lze ilustrovat vyčíslením nákladů spojených s opravami a změnami, které vzniknou při řešení komplikací s nefunkčním koncepčním řešením či jiném odchylce předpokládané funkce nástroje.

### 7.3 Opravné koeficienty

- kvalitativní měřítko zadání
- jakost – trvanlivost zvoleného řešení
- mezní hospodárnost materiálu
- volný krok pro kalibraci – rezervní náklady na realizaci
- hluboké tahy, rizikové tváření
- ztenčení, přechování, přetváření, kritické deformace
- složitost (množství ohybů)/jemnost (velké počty kroků)
- zvláštní uložení dílu na pásu
- transferová technologie

Na základě odhadu nákladů na takovou situaci je možné připravit v rozpočtu rezervy, které umožní bezpečně pracovat na doladění koncepce bez improvizovaných řešení, případně při

vyjasnění koncepce během realizace zlepší celkovou bilanci projektu. Podle vyhodnocení míry rizika plynoucí ze složitosti daného řešení je vhodné navrhnout koeficient (Tabulka 2), zachycující dopad jednotlivých parametrů zastupujících všechna známá „speciální“ řešení.

#### 7.4 Atypické charakteristiky

- celková složitost případně koncentrace (hustota kroků v menší ploše)
- rozložení na pásu / kritické využití plechu / zaklesnutí přístřihu do sebe

Konstrukční aspekt zachycuje kalkulant dle šéfkonstruktéra. Dopad je značně proměnlivý, proto je volba konkrétní proměnné značně intuitivní a těžko zobecnitelná.

#### 7.5 Kritická místa

Nejvýznamnější kritické chyby byly detailně popsány v kapitole 4.3.1. Tato skupina odchylek je nepředvídatelná a je nezbytné se jim vyhnout za pomoci důsledných a kvalitních přípravných prací.

#### 7.6 Klasifikace rizik

Tabulka 2 Rizika, jejich řešení a navýšení ceny

parametr	rozvaha	opatření	koeficient
rozměry/tolerance dílu	technologie	konstrukční rezerva	1,1-1,5
přesnost ploch	měření	ladění ploch	1,05-1,25
třídy normálí a ocelí	konstrukce	rozpočtová rezerva	1,05-1,15
životnost komponent	konstrukce	dle požadavků	1,05-1,15
materiál razníků	konstrukce	rozpočtová rezerva	1,05-1,15
hospodárnost materiálu	technologie	riziko není předvídatelné	x
odpružení	měření	simulace, kalibrace	dle kroku
rizikové tváření	simulace	simulace, ladění tvaru	1,2-1,4
ztenčení, přeložky	simulace	simulace, konstrukční rez.	1,1-1,3
složitost/jemnost	technologie	porovnání s katalogem nástrojů	1,5-2
rozložení na pásu	konstrukce	součástí koncepce, neměnné	x
aretace a deform. transferu	konstrukce	složitá optimalizace	x

## 8 Ekonomické zhodnocení dopadů předběžné kalkulace

### 8.1 Popsané koncepční zobecnění

Zjištěné vztahy a závislosti lze specifikovat do několika konkrétních formulací.

#### 8.1.1 Nalezené závislosti

Ve složitějších nástrojích bývá lépe rozložena výše vstupních nákladů. Negenerují s ohledem na své dimenze takový zisk. Mají méně nákladných pasáží a konstrukčních uzlů.

Významný vliv má i míra zastavení prostoru jednotlivými operacemi – velký počet krátkých kroků a naopak větší zástavbové prodlevy při velkých hodnotách kroku

Nástroje s minimálním a maximálním počtem kroků se odlišují svými poměrnými ukazateli nákladů od průměru

#### 8.1.2 Definovatelnost

Schopnost každý parametr či jev zachytit v rozvaze a popsat ho nemusí být dokonalá a vyčerpávající. S novým problémem přichází nová řešení a nové vlastnosti nástrojů. Zapojením vývoje a znalostí firmy je možné nalézt řešení předem nepopsaných problémů. Produkty takové firmy potom mají odpovídající (vyšší) hodnotu a není nezbytné toto vysoké riziko přímo kalkulovat v ceně konkrétních projektů. V kalkulaci je poté možné zvažovat přímo reálné náklady pro již dříve zamýšlené řešení bez velkých rezerv.

#### 8.1.3 Významnost

Velikost nákladů jednotlivých částí je proměnlivá. Platí proto, že skupiny nákladů podílejících se největší měrou je nezbytné sledovat pozorně a některé minoritní skupiny lze v extrému i zanedbat. Podle sestavených nákladů je nejpodstatnější sledovat cenu vstupujícího materiálu, náklady na mzdy spojené s výrobou komponent nástroje. Dopad má i vhodná volba dodavatelů normálí a rozhodující měrou vstupuje především správné koncepční řešení podložené správnými podklady.

#### 8.1.4 Opakovatelnost

Rozhodující vlastností celého řešení je přesnost kalkulace a odchylka, se kterou vznikne cena na nových projektech. Zhodnocení přesnosti si žádá delší experiment. Pokud stanovíme jistou metodu řešení, ať už se jedná o závislost lineární či jinou, lze ji aplikovat na skupinu uzavřených projektů a porovnat výstupy a skutečnou výši nákladů.

### 8.2 Prostředí firmy Klein & Blažek

Shrnutí vstupů – cena projektu, vhodný lis, ekonomický potenciál, skupina řešitelů

Postup – termín, prostředky

Výstup – přesnost, předpokládaný zisk/přínos, rizika

#### 8.2.1 Vznik ceny

Na základě technologické koncepce vzniká návrh ceny podle objemu materiálu s uvážením koeficientu velikosti zvoleného lisu a podle citu složitost. Pokud je to záměr náročnější nebo dražší volí se ve spolupráci s konstrukcí určité rezervy. Jestliže je projekt evidentně komplikovaný navyšuje se rozpočet řádově o 50 procent. Celý postup je náročný na přesnost odhadu dle zkušenosti, špatně systematizovaný – neexistuje nástroj pro zachycení zkušenosti při korekcích ceny u náročnějších řešení a nepředává informace mezi zúčastněnými v plné šíři. Z toho plyne duplicita prováděných úkonů.

#### 8.2.2 Příčiny ztrát

Postup vykazuje množství odchylek i nepřesností. Dopady jsou poměrně významné - v řádech desítek procent z ceny projektu. Problematicky se odhalují jednotlivé příčiny deficitů. Přestože značná míra ztrátových kroků je jednak buď nahodilá, nebo vzniká nepříliš dobrou organizací práce, je žádoucí, aby byla celá organizační struktura nucená akceptovat výsledky a zkušenosti minulých produktů a je v zájmu řízení zřídit průhledný a optimalizovaný způsobem popisný systém sledování ekonomiky projektů. Cena není jediným vodítkem k cestě za odhalením ztrátovosti projektů a chybných koncepčních rozhodnutí.

Report o ekonomice (musí zachycovat zohlednění tab. 2 kap. 7.6):

- I. průběh (četnost a rozsah) změn koncepce, doporučení kolik smyček zkoušení je pro projekt optimální s vyhodnocením, zda jich a) bylo víc b) zda byla vyčerpána rezerva v rozpočtu projektu
- II. momenty, které se odchýlily od konceptu, došlo ke a) změně požadavků b) změně modelu – vyžádané a hrazené úpravy c) chybě a opravě v koncepci na základě interního rozhodnutí d) hrubé odchylce od plánu havárií. Zodpovědná osoba by měla být schopná v řádu desítek procent určit podíl chyby na nákladech projektu.
- III. došlo ke kritické koncepční chybě a čerpalo se přes rozsah rezerv a) zanedbáním závažné připomínky jednoho z řešitelů b) nevhodnou organizací projektu c) nenaplněním předpokladů
- IV. stanovení úloh řešitelů a jejich vyjádření k úspěšnosti jejich podílů ekonomicky, termínově a s ohledem na možné opakování řešení – cyklus výrobku kap. 4.4
- V. hlavní shrnující parametry mohou být ziskovost, vykázané čerpání rezerv, nejnákladnější vícenáklady, případně definovatelná pochybení

Pro všechny položky reportu neplatí nezbytnost jejich záznamu. Ovšem systém připravený je použit, je vodítkem pro jednání o ziskovosti.

Při realizaci projektů s nevhodně strukturovaným postupem práce dochází k významnému generování ztrát a organizace je potom silně motivovaná k vytvoření opatření pro nápravu kritických chyb. Volba vhodného systému práce při tvorbě ceny není řešitelná jinak než po shodě celého týmu řešitelů. Předkládám touto cestou pouze hrubé obrysy rozvahy a především možných uzlových bodů při analýze procesu. Krucialním, a v prostředí ne zcela volně přijímajícím zodpovědnost kritickým, je nutnost označit problematické body, pojmenovat jejich příčiny a motivovat osoby zodpovědné za řízení týmu řešitelů k přímé účasti na nalezení nejúčinnějších řešení vedoucích k odfiltrování chyb při práci na příštích projektech. Samotní členové týmu mají dostatek zkušeností a prostředků proto, aby byli schopni sestavit zhodnocení své práce a podklady pro výběr nejvhodnějšího souboru opatření posunujících separované rozhodování jednotlivých pracovníků k systematické tvorbě koncepčního řešení správy projektu. Efektivnost a rozsah hledaného řešení je pak plně motivovaná rozsahem již zaznamenaných ztrát a možného ušlého zisku, který je pro každé vedení organizace jasně definovatelný, jako jeden ze základních cílových ukazatelů vlastní činnosti.

## 8.4 Popis nákladu na cenovou nabídku

Práce spojená se sestavením nabídky je rozdělena mezi technology, obchodníky, kalkulanty a konstruktéry s referenčními výstupy zpracovávanými nástrojárnou. Náklady spojené s tvorbou ceny jsou přibližně shodné s náklady na mzdy zúčastněných. Podle náročnosti jsou zatíženi přípravou ceny po technologické stránce více jak čtyři lidé v součtu po dobu jedné až dvou hodin a v případě rostoucí složitosti roste úměrně odpovídající ceně i doba přípravou podkladů trávená. Realizátor projektu si nemůže dovolit minimalizovat dobu přípravy velkých projektů. Ztráty pak snižují zisk.

Proto předpokládám, že u projektu s rozpočtem padesát tisíc korun postačí ke stanovení ceny celému týmu asi půl hodina, což bych odhadoval na 1 % ze všech nákladů na celý projekt. Jestliže se organizace rozhodne realizovat projekt o rozpočtu v řádu miliónů korun, odpovídá potom doba přípravy podkladů pro cenovou nabídku času desítek hodin. I při značné redukci těchto časů a růstu efektivity ve všech smyslech vidím v tomto ohledu v rozpočtu projektů těchto dimenzí značný prostor pro využití progresivních postupů. Firma akceptující tyto závěry může hledat vhodná opatření na základě závěrů vlastního týmu pracovníků nebo zpracovat rozvalu návratnosti řešení zpracovaného dodavatelem produktů k tomu určených (kap. 8.7).

Vhodná opatření mohou být výčet nedostatků a scházejících informací z uzlu předcházejícího i předaných s podklady k řešení dále. Soubor dostupných nástrojů, řešení a myšlenek nalezených jednotlivými řešiteli, které při kvalitní obhajobě mohou být přijaty za součást organizace práce na projektu.

## 8.5 Externí nástroje

To zda je projekt zpracováván externě nebo interní nástrojárnou určuje strategie a finanční podmínky projektu. Je-li nástroj zadán jiné firmě, odpadá nutnost cenu stanovovat. Její nabídnutá výše je pouze srovnávána s cílovou cenou odběratele nástroje. Celá kalkulace poté leží na bedrech oslovené nástrojárny. Jedná se vlastně o jedno z možných řešení jak s ohledem na cenu tak na koncepci. Po akceptování targetové ceny, což se nezřídka děje v rané fázi příprav, jsou osloveny dodavatelské organizace s tím, aby nabídli koncepci a cenu. Pokud je cena za vyhovující koncepci lákavá, nabídka je přijata. Pokud je cena příliš vysoká, ale koncepce přináší klíčový poznatek je řešení použito a realizace zůstává zpracována interně. To je i jedním z klíčů k životaschopnosti každé



nástrojárny. Pokud již není schopna nabízet dodání práce přijatelně proti konkurenční nabídce, je nezbytné zvážit organizační změny celého provozu, či optimalizaci práce.

## 8.6 Odhad z katalogu, řešičem a zvážením složitosti

Základním kamenem práce na projektu je vhodné setřídění popisných parametrů a hledání maximální shody s některým z již ukončených projektů. V případě výraznější shody projektů je možné považovat nalezenou cenu za uspokojivě se přibližující skutečnosti. Stupeň odchylky parametrů odpovídá předpokládané chybě ve stanovené ceně.

Pro následné přiblížení proběhne celý proces přípravy technologie zpracování plechu s důsledností a hloubkou rozboru dle kapitoly 6.2.3. Pro cenu je použit řešič vyhovující záměru (s přiblížením snižujícím chybu na akceptovatelnou míru). Řešením je cena generovaná (popsáno v kapitole 6.1.1-3) na základě rozměrových vlastností, zhodnocením nákladů na realizaci jednotlivých kroků postupu či úplné kalkulace v CAD prostředí navržené koncepce na základě výstupů software řešením přímo generovaných.

V původní podobě řešení je obsažena i nejobtížněji definovatelná položka a tou je zahrnutí „složitosti“ řešení. Tedy jak výrazně se koncepce odchyluje od běžné standardizované a obecně snadno ocenitelné podoby. Podle běžných zvyklostí se ve firmě K&B tato korekce ceny určuje na základě zkušeností. Bylo by vhodné i toto automatizovat.

Celý postup je možné zpřehlednit a zpřesnit sledováním všech přidáných vlastností zaznamenaných v průvodním dokumentu (kap. 5.2.3). Jednoznačně potom můžeme identifikovat parametry promítající se do ceny nad rámec primární představy. Nejcitelnější je toto u periférií, kdy náklad pro pořízení zařízení na určitý technologický zásah prodražuje celý nástroj a je nejpodstatnější sekundárně sledovaným prvkem.

## 8.7 Programy Cimatron E, Unigraphics, Visi progres

Tyto firmy dodávající řešení schopné celý vývoj nástroje implementovat a řídit jediným řešičem. Potup práce a rozdělení zodpovědnosti je individuální ve smyslu osoby řešitele i postupu řešení. V případě, že zůstane zachován jako alternativa některý zjednodušený rychlý postup, pokrývá pak takové řešení celou problematiku v celé škále jejích úskalí. Informace jsou přesné, stále řízeně adresné a autorizované. Nástroje pro řešení jsou všem neustále dostupné a mají jednotnou datovou podobu a prostředí. Projekt má soudržnou historii a snadnou přenositelnost na následující technologické aplikace.

## Diskuze

Práce zachycuje prostředí přípravy a vývoje nástrojů pro výrobu plechových dílců progresivní metodou postupového střihu s výhledem na rozvíjející se možnost zapojení technologie transferu dílců v nástroji postranními lištami. Zpracovávané téma postupových nástrojů bylo rozebráno po všech stránkách včetně ekonomiky v mírně obecnější rovině s důrazem na složení nákladů na celý projekt nástroje. Motivací je absence efektivní metody stanovení ceny v běžné praxi.

Pro nejobecnější skupinu nástrojů byly stanoveny popisné parametry. Byla popsána aktuální podoba práce s náklady a tvorba ceny. Důraz je kladen na velkou chybu, která bývá při odhadech ceny generována. Stěžejní je v tomto ohledu pochopení a přiblížení složení nástroje už v před konstrukční fázi a možnost tyto poznatky zanést do návrhu ceny. Stejnou měrou je akcentováno použití vhodného nástroje na kalkulaci, předávání informací a analýzu úspěšnosti projektu po stránce ekonomiky.

Samotné určení ceny bylo definováno jako kalkulace plnohodnotně popsaného záměru za pomoci nákladů na jasně určené technologické řešení. Byl uvážěn dopad velikosti zakázky na pracnost sestavení ceny. Hlavními jmenovateli popisu práce jsou velikost dílčích prvků i celku, složení a náročnost použité konstrukce popsané počtem operací včetně popisu jejich technologické funkce.

Bylo popsáno několik závislostí popisujících vzájemné vztahy mezi parametry zachycujícími vlastnosti a podobu nástrojů. Pro podstatné vlastnosti bylo popsáno, jak vstupují do kalkulace ceny a jakým způsobem vývoj ceny ovlivňují.

Byl navržen postup, jehož cílem je zpřesnění odhadu a snaha o zachycení maximálně široké škály vlivů na cenu. Stávající závislost ceny na objemu materiálu byla rozšířena o důsledný popis vznikajícího řešení s důrazem na vznikající vícenáklady dalšími vstupy. Bylo zváženo zanesení technologických specifik do popisu návrhu.

V běžných podmínkách menších provozů je praxe značně závislá na zkušenosti. Nejen v ekonomických kritériích jsou často vývojové týmy zatíženy zastaralostí a neaktuálností postupů. Detailní rozbor situace pomohl upozornit na některá problémová místa a bylo navrženo několik postupů s cílem posunout způsob práce k vyšší efektivitě, případně motivovat zúčastněné k participaci na modernizaci postupů.

## Závěr

S ohledem na způsob zadání a šíři podkladů společnost Klein a Blažek nemá možnosti kvalitně ocenit náročné nástroje. Jejich náročnost se musí projevit na nákladech a času přípravy. Nelze pak uplatnit zjednodušení a odhady, trvá nezbytnost definovat více parametrů. Způsob, jak bude zakázka zpracována, závisí na zadání jak ve smyslu úplnosti, tak s ohledem na složitost. Dosažené výsledky mohou být poté odlišné.

I s ohledem na vývoj oboru a nárůst zastoupení speciálních technologických aplikací navrhuji zefektivnění komunikace, důraz na přímou vazbu na konkrétní zodpovědnosti a důslednější sledování úspěšnosti realizace záměrů vzniklých rozvahou. Jako produktivní řešení navrhuji komplexní software, sjednocení úkolů a důslednější rozvahy využívající kvalitnější výstupy ze softwarově zpracovaných koncepčních návrhů. Zmíněné závěry a navržená opatření naplňují cíl práce a jejich aplikace má jednoznačný pozitivní dopad na efektivitu práce s cenovými nabídkami.

Proveditelnost i návratnost takového řešení je závislá pouze na organizaci firmy. Důvodem je, že společnost Klein a Blažek již několik let disponuje platnými licencemi na produktivní softwarový nástroj Cimatron E včetně důkladné zákaznické podpory a příslibu dohledu nad implementací a rozvojem řešení v celé firmě. Z důvodů upřednostnění konstrukčních a technologických úkolů a snahy o rychlé a přímé řešení aktuálních problémů je tato možnost odsouvána. Upřednostnění výroby před inovativním procesem sebou nese i ztrátu efektivitu, nemožnost otevření jakékoli konkurenční výhody a růst rozdílů mezi projekty realizovanými uvnitř a vně společnosti.

Obhajobou tohoto postupu je možnost celosvětově nakupovat celé projekty vně firmy a zachovat v organizaci pouze tým spravující tento mechanismus, nastavující podmínky procesu a zajišťující jeho efektivní fungování. Tato strategie je v rozporu se závěry diplomové práce analyzující společnost[15], kde se uvádí, že produkce vlastních nástrojů je jedním z možných kroků ke zlepšení ekonomických ukazatelů ve výsledcích firmy Klein a Blažek. Domnívám se, že je možné takto nástroje pořizovat, ale právě jejich rostoucí složitost a nákladnost je nejslabším místem této koncepce. Manažerská pochybení provázející každou činnost mají za těchto podmínek fatální důsledky (bez reálné možnosti nápravy) a při odtržení praktické výrobní a správní složky lze pouze odhadovat udržitelnost tohoto modelu.

## LITERATURA

- [1] KOTOUC, J. Nástroje pro tváření za studena. Praha: CVUT, 1978, 158 s.
- [2] PETRUŽELKA, J., BREZINA, R. Úvod do tváření II. Ostrava: VŠB – Technická univerzita, 2001. 115 s.
- [3] Klein & Blažek spol. s r.o. Představení firmy, [online]. c2011, [cit.2013-05-14]. Dostupné z: < <http://www.kleibl.cz/> >
- [4] FTV Production. *Klein a Blažek* [online]. c2007 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <<http://www.kleibl.cz/index.php?p=lisovani&site=default>>.
- [5] NOVÁK, J., ŠLAMPOVÁ, P. Organizace a řízení [online] Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2007. 76s Dostupné z URL: <<http://projekty.fs.vsb.cz/414/organizace-a-řízení.pdf>>
- [6] SYNEK. M Podniková ekonomika. 2.vyd. Praha: C. H. Beck, 2000. 456 s. ISBN 80-7179-388-4
- [7] Zralý, M. - Freiberg, F.: Ekonomika podniku. 1. vyd. Praha: ČVUT v Praze, 2003. 106 s. ISBN 80-01-02812-7.
- [8] HOLČÁK, M. *Vývoj postupového střížného nástroje: bakalářská práce*. UTB ve Zlíně, fakulta technologická, fakulta technogická, 2008. 77 l., 9 l. příl.
- [9] Bc. Odstrčil, R. *Využití laseru při výrobě postupových lisovacích nástrojů: diplomová práce*. VŠB – Technická univerzita Ostrava, [online]. c2012, [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: < <http://hdl.handle.net/10084/93863> >
- [10] Pokorný O. *Návrh postupového lisovacího nástroje součásti z plechu: bakalářská práce*. VŠB – Technická univerzita Ostrava, [online]. c2012, [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <<http://hdl.handle.net/10084/88261>>
- [11] Střecha M., *Návrh postupového nástroje pro střešní díl z plechu: bakalářská práce*. VŠB – Technická univerzita Ostrava, [online]. c2012, [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: < <http://hdl.handle.net/10084/94018> >
- [12] KRÁL B. a kol. *Nákladové a manažerské účetnictví*. 1. vydání. Praha: Prospektrum, 1997. 408 s. ISBN 80-7175-060-3
- [13] HRUBÝ, J., PETRUŽELKA, J. Výpočetní metody ve tváření. 1.vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita, 2002. 173 s.
- [14] Vysoké učení technické v Brně, [online]. c2012, [cit. 2012-15-03]. Dostupné z: < [http://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=39749](http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=39749) >
- [15] Bc. Jurečkova V.: *Podnikový management vybraného ekonomického subjektu*, diplomová práce, Mendelova univerzita v Brně, Brno 2011

## Seznam příloh:

Tab.3	Rozdělení nákladů [Kč] v nástrojárně KB
Tab.4	Ceny komponent dle [8]
Tab.5	Soupis všech používaných periférií
Příloha1:	Výsledky generované tabulkovým řešičem
Příloha2:	Cena jednoho milimetru plochy nástřihového plánu
Příloha3:	Závislosti ceny za mm <sup>2</sup> nástřihu na počtu operací, délce kroku
Příloha4:	Závislosti ceny na počtu kroků
Příloha5:	Cena za jednu operaci
Příloha6:	Funkční závislost mezi parametry nástroje a cenou

Přílohy:

Tab. 3 Rozdělení nákladů [Kč] v nástrojárně KB

kooperace	materiál	mzdy	odpisy	celkem
86400	177900	89900	411800	766000
2800	13500	26700	124000	167000
200	48900	26600	132000	207800
3000	18600	30700	149000	201300
6300	71600	41200	199000	318100
10700	107400	71800	347200	537100
10100	84500	868600	424300	1387500
13400	146900	64300	303500	528100
10500	55700	54300	266000	386500
36200	1600	3600	14400	55800
7200	53000	33100	161500	254800
5200	53300	21700	108900	189100
2200	15300	7500	36600	61600
3300	15400	11000	54600	84300
28100	69200	30400	161700	289400
90000	85800	67400	316700	559900
109000	82700	62300	249400	503400
16400	106000	63100	302400	487900
296300	160000	54200	246500	757000
290800	184600	53700	250500	779600
452000	182000	49300	250000	933300
5600	38500	30300	147100	221500
39900	72000	44400	228000	384300
22800	89300	30800	156300	299200
30600	19300	50500	265400	365800
37200	38400	44200	220800	340600
5000	113000	52000	273000	443000
14200	118000	87000	523000	742200
3800	38000	28700	148200	218700
700	16100	12600	71500	100900
průměrné hodnoty nákladů				
55482,14	74950	72214,29	218982,1	421632,1
podíl na celku [%]				
13	18	17	52	100

Příklad nákladů na výrobu nástroje: parametry - 5 kroků, plech 215x95x3mm; Lis 120kN

Tab.4 Ceny komponent dle [8]

Součást	Cena Kč]	Tloušťka	materiál	Součást	Cena [Kč]
Základní deska	9 899	30	3 120	Doraz spodní	1 640
Opěrná deska spodní	8 900	10	832	Červík	195
Deska střížnic	38 290	40	3 328	Střížnice otvor 28x18	4 420
Vodicí deska	19 200	40	832	Střížník díra 10	3 545
Podpěrná deska	25 300	30	2 496	Střížnice obrys	8 600
Kotevní deska	29 030	30	2 496	Střížnice dělení	4 300
Opěrná deska horní	6 200	10	832	Střížník otvor 28x18	6 130
Upínací deska	6 550	30	2 496	Střížník díra 10	899
Vodicí lišta přední	4 480			Střížník obrys	31 000
Vodicí lišta zadní	4 600			Střížník dělení	4 800
Podkladový plech	338			Hledáček	1 872
Upínací stopka	895			Plech seřízení	285
Zaváděcí doraz	2 400			Plech transport	1 360
Krokový doraz	3 590			Normálie a spoj. mat.	25 000

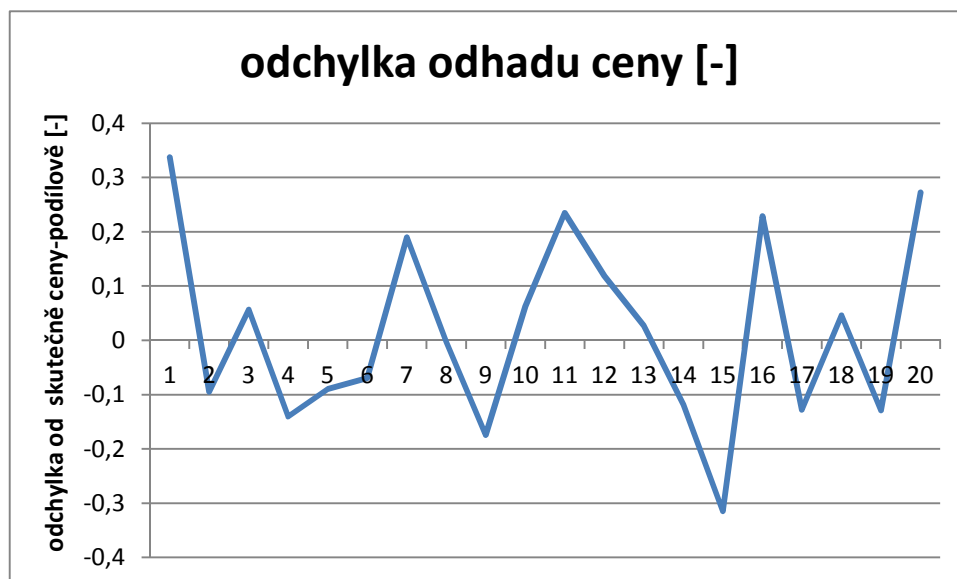
Tab.5 Soupis všech používaných periférií

1. klínová jednotka
2. závitování PRONIC
3. nastřelování matic PROFIL
4. kamera + kabeláž
5. vyhodnocovací jednotka
6. mazací jednotka
7. nýtovací jednotka
8. TOX

## Příloha1: Výsledky generované tabulkovým řešičem

### Projekty nástrojárny KB

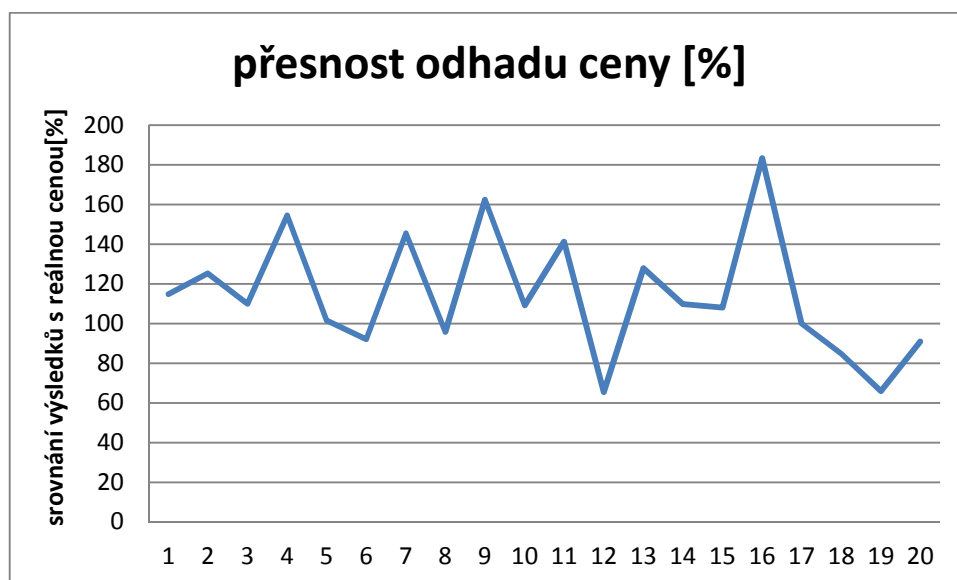
odchylka odhadu ceny získaná z Excelu (kap. 4.6) od reálné ceny:



Obrázek 3 Odchylka odhadu interní

### Projekty pro Škoda Auto a.s.

porovnání odhadu ceny prostřednictvím Excelu s reálnou cenou:

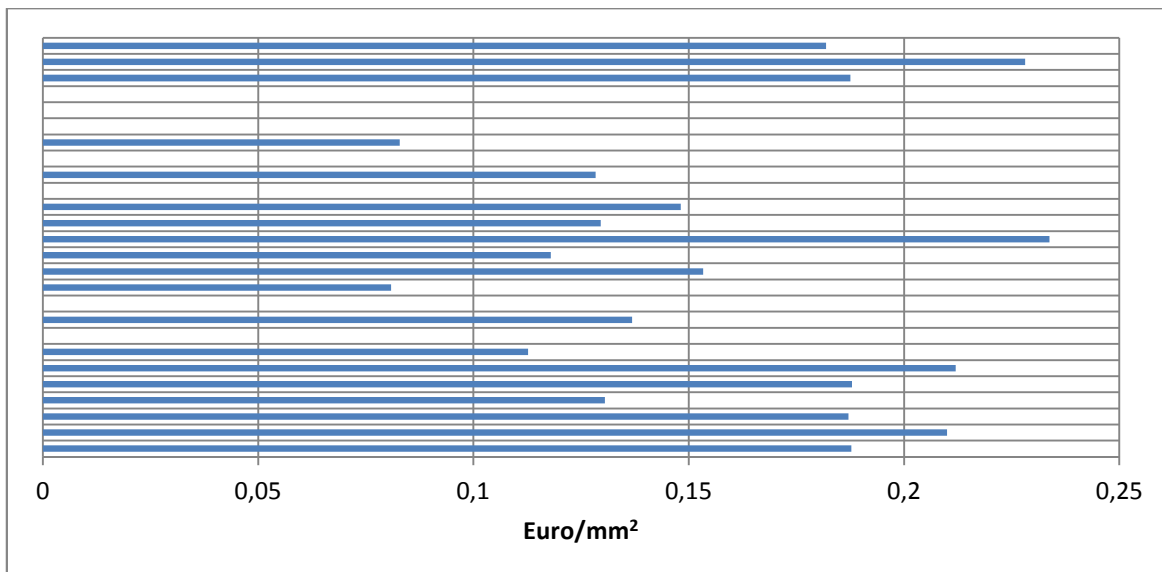


Obrázek 4 Přesnost odhadu externí



## Příloha2: Cena jednoho milimetru plochy nástřihového plánu

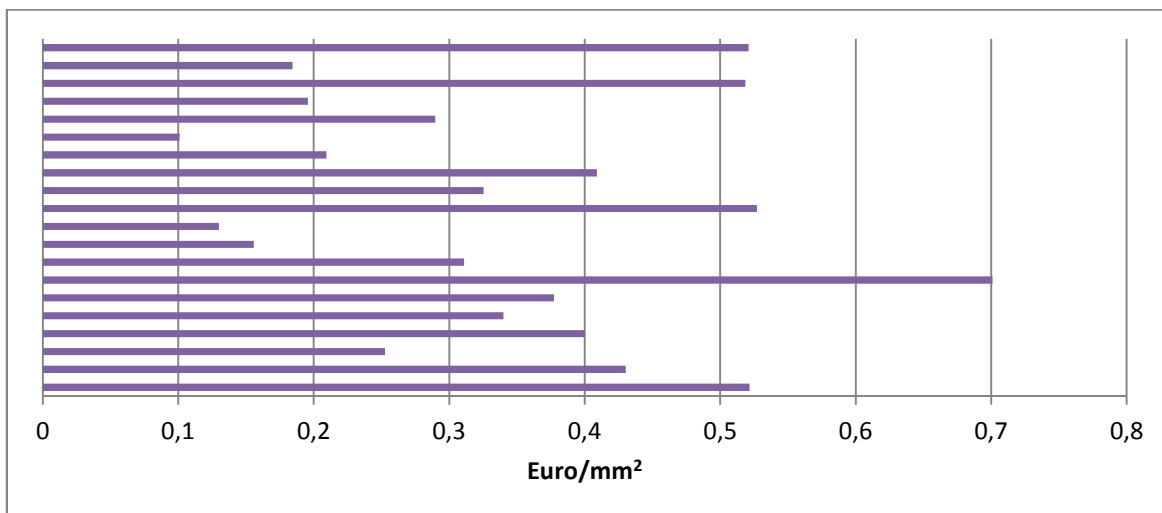
Kompletní výpis výsledků, podklady nebyly úplné pro všechny položky



Obrázek 5 Cena za plošnou jednotku nástřihu projektů pro Škoda Auto

U projektů ze skupiny nástrojů pro firmy Škoda Auto a.s. se výsledná cena za milimetr plochy pohybuje v průměru od 0,17 až po 0,15 podle složitosti nebo velikosti [Euro/mm<sup>2</sup>].

Totožná tabulka pro interně zpracované projekty (cena přes 0,3 Euro/mm<sup>2</sup> nástřihu):



Obrázek 6 Cena za plošnou jednotku nástřihu interních projektů

Nejnákladnější interní projekty mají své specifické vlastnosti (cena za mm<sup>2</sup> roste až 2x):

- jemná až 30-ti kroková aplikace pro kontakty do světél
- nástroje s min. kroků umožňují větší zisk, mají vysoký poměr netechnologické zástavby
- nástroje pro stříh větších tloušťek, náročnějších tvarů jsou osazeny dražšími materiály

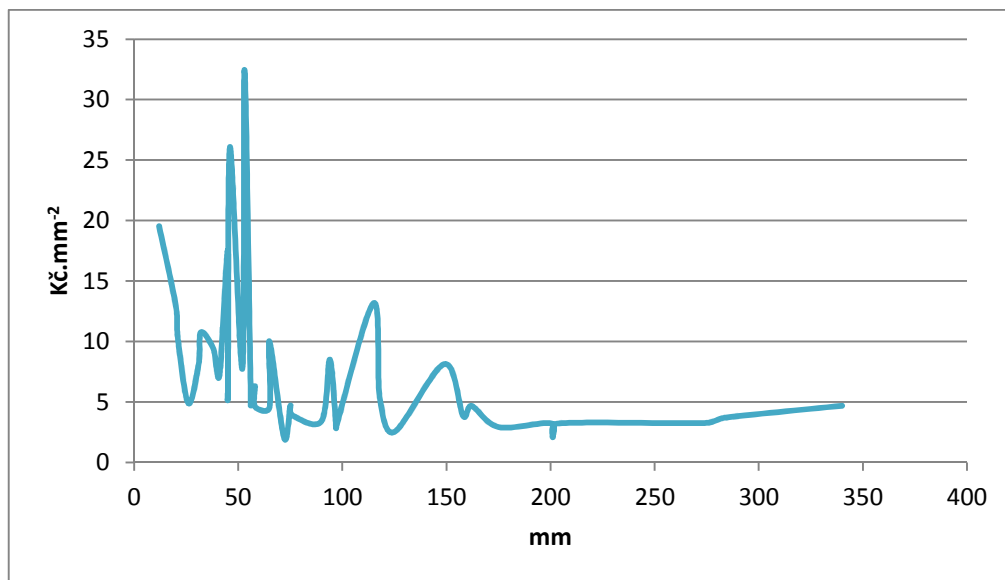
Přesto z porovnání vyplývá jasný nárůst ceny při interním zpracování.

### Příloha3:

#### Závislosti ceny za mm<sup>2</sup> nástřihu na počtu operací, délce kroku

Cena za mm<sup>2</sup> plechu v závislosti na počtu operaci nemá jednoznačný trend

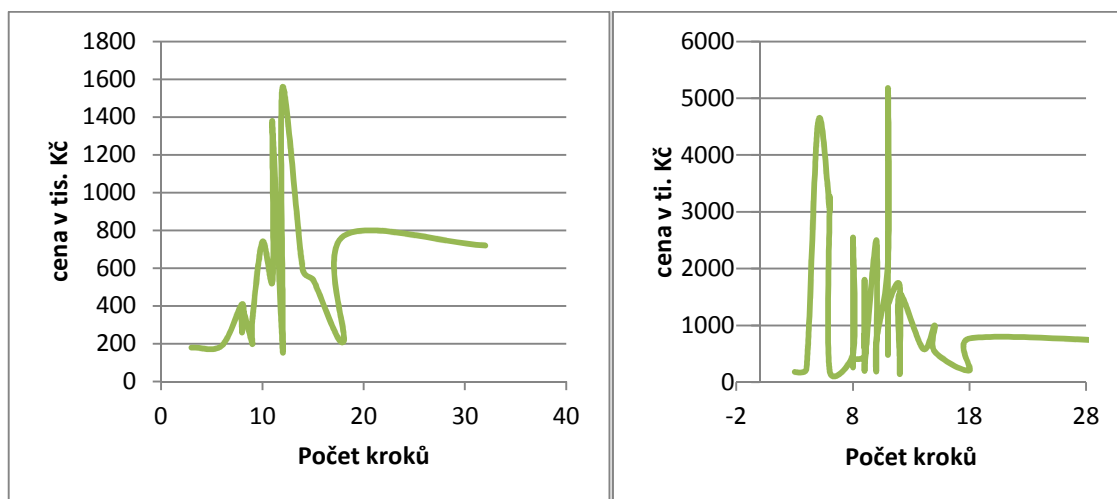
Cena za mm<sup>2</sup> nástřihu v závislosti na délce kroku klesá



Obrázek 7 Cena za plošnou jednotku v závislosti na délce kroku

### Příloha4: Závislosti ceny na počtu kroků

Následující dva vedle sebe stojící grafy porovnávají závislost ceny na počtu kroků nástroje



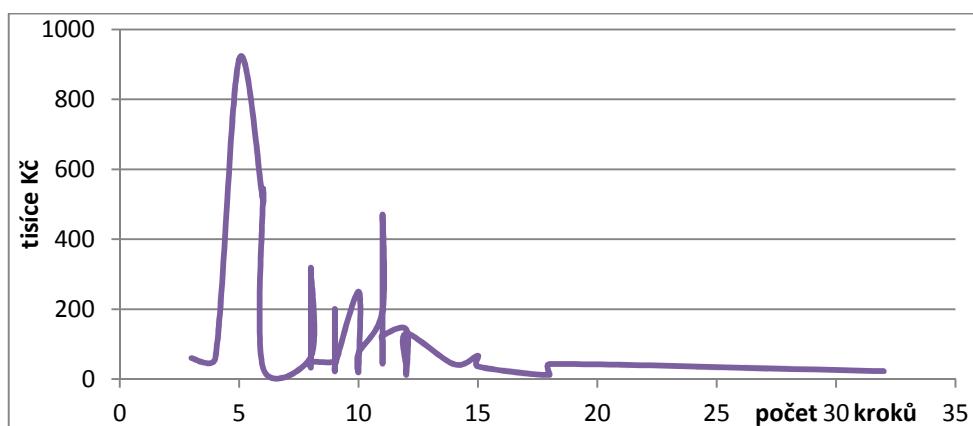
Obr. 8,9 Závislost ceny v tisících Kč na počtu operací

Na prvním grafu jsou zahrnuty pouze interně zpracované nástroje. Rozsah nákladů při podobném počtu kroků je menší než však méně proměnlivý ve srovnání s druhým grafem všech projektů.

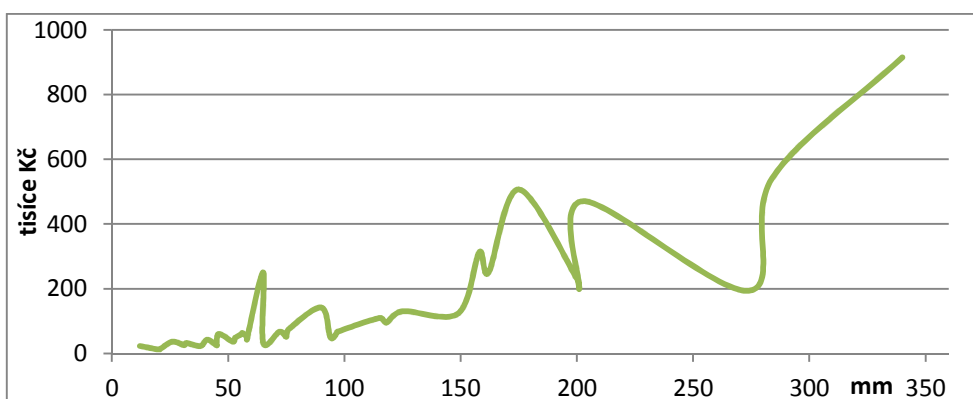
## Příloha5: Cena za jednu operaci

S rostoucí cenou celého projektu roste i cena jedné operace.

Pohybuje se od 20000 Kč a roste se složitostí, riziky a periferiemi.



Obr. 10 Závislost „ceny v tisících Kč za jednu operaci“ na počtu operací



Obr. 11 Závislost „ceny v tisících Kč za jednu operaci“ na délce kroku v mm

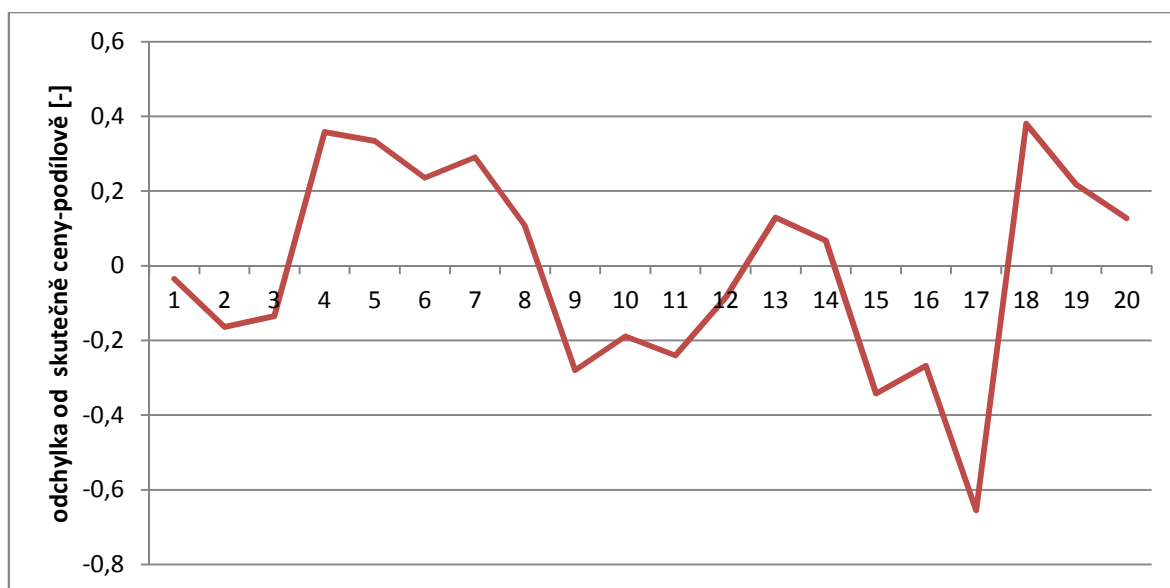
## Příloha6: Funkční závislost mezi parametry nástroje a cenou

Byla sestavena funkční závislost ceny na parametrech počet kroků **p** a délka kroku **k**. Výsledky následující funkční závislosti byly porovnány se skutečnou cenou pro představu o vznikající odchylce odhadu od skutečnosti.

Výsledná funkce:

$$\text{CENA} = 2,8 \cdot e^{0,1p} \cdot k$$

Porovnání na skupině projektů interních nástrojů:



Obrázek 12 Odchylka odhadu ceny jako funkční hodnoty parametrů interních projektů